Stratigraphie und Tektonik

der

Gegend von St. Brais und Saulcy im Schweizer Jura.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. B.

von

Walter Oertel

aus Hannover.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

Nägele & Dr. Sproesser

1912.

Stratigraphie und Tektonik

der

Gegend von St. Brais und Saulcy im Schweizer Jura.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. B.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

von

Walter Oertel
aus Hannover.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser
1912.

Dekan:
Prof. Dr. Stickelberger.

Referent:
Prof. Dr. Deecke.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXXVI.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

Stratigraphie und Tektonik der Gegend von St. Brais und Saulcy im Schweizer Jura.

Stratigraphie und Tektonik der Gegend von St. Brais und Saulcy.

Von

Walter Oertel aus Hannover.

Mit 1 Karte (Taf. IV), Profilen (Taf. V) und 2 Textfiguren.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort 43

Stratigraphischer Teil.

I. Jura 44
1. Dogger 44
a) unterer Dogger 44
b) mittlerer Dogger 45
c) oberer Dogger 47
2. Malm 47
a) Oxford 47
b) Rauracien 48
c) Sequan 50
d) Kimmeridge 52
e) Portland 53
II. Tertiär 53
1. Eocän 53
2. Oligocän 54
3. Tertiäre Gerölle und Schotter 54
III. Diluvium 56
IV. Alluvium 57
Beilage: Schichtfolge des oberen Doggers und Malms an der Bahnlinie St. Brais—Saulcy—Lajoux.

Tektonischer Teil.

Allgemeiner Überblick 56
Die Kette von St. Brais—Sceut 58
Die Kette von Vellerat—Saulcy 63
Die Raimeuxkette 72

Seite
Zusammenfassende Übersicht 74
Tektonik der Ketten 74
Art und Wesen der Faltung 75
Alter und Geschichte der Faltung 76
„Faltengitter" 79

Vorwort.

Während der Sommer- und Herbstmonate 1911 und während der Osterferien 1912 hatte ich Gelegenheit, einen Teil des Nordschweizer Kettenjuras, die Gegend von St. Brais, Saulcy und Lajoux südwestlich von Delémont aufzunehmen. Im Osten reicht meine Karte ungefähr bis an das von Herrn Dr. G. L. Kemmerling bearbeitete Gebiet der Klusen von Undervelier heran, im Süden fällt meine Abgrenzung genau mit dem südlichen Abschluß der Dufourblätter No. 102 und 103 zusammen, im Westen nahm ich als Grenze den Les Sairins schneidenden, zwischen dem 7. und 8. Längengrad (östl. Greenw.) liegenden Zwischenmeridian an, im Norden schloß ich mit einer durch Montfavergier gehenden Grenzlinie ab, wogegen ich das Hochplateau von Les Roches etwa bis Pré-Sergent behandelte.

Daß in einem derart intensiv gefalteten Gebiete, wie es die Ketten von St. Brais, Vellerat, Raimeux und das Plateau der nördlichen Freiberge darstellen, Störungen nachzuweisen seien, war von vornherein anzunehmen. Herr Prof. Louis Rollier, der auf dem Kartenblatt: Environs de Bellelay (Matériaux pour la carte de la Suisse No. 24) eine Darstellung des von mir neu untersuchten Gebiets gibt, glaubt allerdings noch ohne die Annahme von Störungen auszukommen. Seine Karte zeigt einen Wechsel von mehr oder minder regelmäßigen Mulden und Sätteln und auch in dem zugehörigen Text findet sich nirgends ein Hinweis auf Störungslinien, Überschiebungen, Überkippungen etc. Zumeist begnügt sich Rollier lediglich mit der Aufzählung und Schilderung von untergeordneten stratigraphischen Profilen, so daß die Tektonik jedenfalls im Verhältnis zur Stratigraphie viel zu kurz kommt und eine detailliertere Neuaufnahme dieses Teils des Kettenjura dringend notwendig erscheint. In der Tat haben eine Reihe neuerer Arbeiten von A. Buxtorf, Jenny und G. Kemmerling auch für andere Teile des Schweizer Kettenjuras gezeigt, wie

wenig die Rollier'sche Karte den wirklich bestehenden Verhältnissen gerecht zu werden vermag.

Durch Herrn Prof. W. Deecke dazu angeregt, einige Profile nach der Karte von Rollier (Environs de Bellelay) zu zeichnen, mußte ich die Erfahrung machen, daß man mit dem einfachen Faltenwurf nicht auskommt. Auf Grund meiner Kartierung ergab sich sehr bald, daß das Gebiet der nördlichen Freiberge von ähnlichen Störungen betroffen ist, wie andere Teile des Kettenjuras, was von vornherein zu erwarten war.

Die Bearbeitung des gesammelten Materials wurde im Geologischen Institut der Albert-Ludwigs-Universität ausgeführt, wo sich auch die Belegstücke zu meinen Untersuchungen befinden. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Deecke für die liebenswürdige Anregung und Unterstützung zu danken.

Stratigraphie.

An dem Aufbau der Ketten von St. Brais—Sceut, Saulcy und Lajoux beteiligen sich Dogger, Malm, in geringerem Grade auch Tertiär und Quartär. Es ist nicht der Zweck der vorliegenden Arbeit, eine detaillierte stratigraphische Schilderung der einzelnen Horizonte zu geben, es sei in dieser Hinsicht auf die bekannten Monographien von J. Thurmann und Etallon, J. B. Greppin, L. Rollier, Mühlberg und P. de Loriol verwiesen. Treffliche Aufschlüsse gestatteten ein zusammenhängendes, vom mittleren Hauptrogenstein etwa bis in die oberen Abteilungen des Malms reichendes Profil aufzunehmen und dem stratigraphischen Teil meiner Arbeit beizufügen.

Dogger.

Unterer Dogger.

In der Kette von Saulcy, in dem tiefen Einschnitt des Tabeillon, sind die oberen Abteilungen des unteren Dogger, *Humphriesi*- und *Blagdeni*-Schichten, gerade noch aufgeschlossen. In der großen Braunjurakluse am Eingang der Bollmannschlucht finden wir zu unterst, vom Tabeillon angeschnitten, einen graubraunen, dichten, wulstigen, feinoolithischen crinoidenreichen Kalk, der seiner Stellung nach den oberen *Humphriesi*-Schichten entsprechen muß. Darüber folgt an der Basis des Doggeraufschlusses oberhalb

der Sägemühle von Bollmann ein ca. 10—20 m mächtiger, sehr dichter, graubrauner, scharfkantiger Kalk, dessen mittleren und oberen Horizonten mehrere Lagen von kopf- bis faustgroßen Kieselknollen eingeschaltet sind. Diese Konkretionen bestehen fast aus reiner Kieselsäure und zeigen mitunter im Dünnschliff Spuren von Kieselgerüsten, wie sie fossilen Spongien eigen sind. Der Knollenkalk ist leider fossilleer, weswegen sich eine genaue Horizontierung nicht ermöglichen ließ. Immerhin möchte ich in der Altersbestimmung Rollier beistimmen, der diesen Knollenkalk an die Basis seines Vésuliens stellt, während ihn J. B. Greppin für wesentlich älter, den *Sowerbyi*-Schichten noch angehörig, erklärt. Unter der Bezeichnung Vésulien faßt Rollier, dessen Gliederung des unteren Doggers von der übersichtlicheren A. Buxtorf's, Mühlberg's und A. Tobler's wesentlich abweicht, die *Blagdeni*-Schichten und den unteren Hauptoolith bis zu den *Acuminata*-Schichten zusammen. Demnach besäße der vorliegende Knollenkalk das Alter der unteren *Blagdeni*-Schichten (siehe auch Rollier's Profil in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, Bd. 8).

Ohne scharfe Grenze wird der graue Kalk nach oben hin immer mehr oolithisch und geht ganz allmählich in den unteren Hauptrogenstein über, so daß die unteren 40—50 m hohen Steilwände der Bollmannschlucht in ihren tieferen Lagen noch dem unteren, in den höheren aber schon dem mittleren Dogger angehören.

Mittlerer Dogger.

Der untere Hauptrogenstein, Thurmann's Oolithe subcompacte, ist ein fein bis grobkörniger, massiger Oolith. Infolge des Reichtums an Echinodermen-, hauptsächlich Crinoidenresten, sind seine unteren Bänke bisweilen grobspätig. Der Oolithe subcompacte ist nicht fossilarm; doch sind die Fossilien infolge der hohen Widerstandsfähigkeit des Gesteins gegenüber der Verwitterung nur selten und in schlechter Erhaltung zu finden. Reste von kleinen Ostreen, Crinoidenstielglieder, lassen auf eine Kümmerfauna schließen. Die massigen, kahlen Wände des unteren Hauptooliths werden von den *Acuminata*-Mergeln überlagert. In der Bollmannschlucht läßt sich deutlich zwischen den Steilwänden des unteren und oberen Hauptooliths ein 5—10 m

mächtiges Band von weicheren Schichten verfolgen: eine Mergellage, welche einen deutlichen von Vegetation überkleideten Streifen verursacht. Die *Acuminata*-Mergel können mitunter auch fehlen. Dies ist offenbar in dem Doggerprofil an der Bahnlinie Saulcy—St. Brais der Fall. Hier lassen sich in der bis in die oberen Lagen des Ooolithe subcompacte hinabreichenden Schichtserie die Homomyenmergel nicht nachweisen, ohne daß jedoch bei der regelmäßigen Lagerung an eine Verwerfung gedacht werden könnte.

Der obere Hauptrogenstein besteht aus mehr als 30 m mächtigen oolithischen Kalken, die in frischem Zustande blaugrau gefärbt, unten ziemlich grobspätig, nach oben hin feiner sind, so daß die Oolithstruktur makroskopisch überhaupt nicht festzustellen ist und das Gestein lokal eine überraschende Ähnlichkeit mit den dichten, harten Kalken des Rauracien annimmt. Dem oberen Hauptrogenstein ist eine Mergelzone eingeschaltet, die *Maxillata*-Schichten (Movelier-Schichten Mühlberg's). Diese über einen Meter mächtige Mergelzone ist ursprünglich hellgrau gefärbt, verwittert rostrot und ist reich an Fossilien: *Homomya gibbosa* Ag., *Terebratula maxillata* Sow., *Hemicidaris Langrunensis* Cott., *Collyrites analis* Desm. etc. Über den *Maxillata*-Schichten liegt noch eine ca. 5 m mächtige Serie von Oolithbänken. Sie schließt den Hauptrogenstein nach oben hin ab, das unmittelbar Hangende sind die *Varians*-Mergel. Die *Ferrugineus*-Schichten fehlen anscheinend in dieser Gegend des Kettenjuras.

8—10 m unter der Basis der *Varians*-Mergel stellt sich mitunter eine Mumienbank ein. Dem oberen Hauptrogenstein gehören die oberen Felswände des Doggeraufschlusses in der Bollmannschlucht an; ein schönes Profil dieser Schichtlagen läßt sich längs der Bahnlinie Saulcy—St. Brais aufnehmen.

Andere Aufschlüsse im oberen Hauptoolith finden sich an der Straße von Station Saulcy nach St. Brais, bei Les Rottes südlich von Les Sairins, bei Sceut (auf der Rollier'schen Karte als Dalle nacrée bezeichnet). Fossilreiche *Maxillata*-Schichten treten etwas unterhalb des Gehöftes Sous-le-Cerneux zutage. Rollier kannte offenbar diesen Aufschluß nicht, weil er an dieser Stelle auf seiner Karte Dalle nacrée einzeichnet.

Die Gesamtmächtigkeit des Hauptrogensteins beträgt in der Gegend südwestlich von Delsberg gegen 100—120 m.

Oberer Dogger.

An der Basis des oberen Doggers liegen die *Varians*-Schichten: gelbgraue, etwa 5—8 m mächtige, lockere Mergel. Sie sind an einigen Stellen gut aufgeschlossen und fossilreich: *Rhynchonella spinosa* Phil. und *Rh. varians* Ziet., *Terebratula maxillata* Sow. sind für diesen Horizont leitend. Den Übergang zwischen Bathonien und Callovien bildet ein im Maximum 5—8 m mächtiger, knolliger, grauer, rostrot gefleckter Mergelkalk. In dem Aufschlusse östlich von Station Saulcy, an der Straße nach St. Brais, konnte ich aus diesem Horizont eine Fauna sammeln, die nach dem Vorkommen von *Holectypus depressus* Des., *Echinobrissus clunicularis* Llwd., *Anabacia orbulites* E. et H. den Mergelkalk dem Calcaire roux sableux gleichstellt.

Die Dalle nacrée ist in den Ketten südwestlich des Delsberger Beckens sehr mächtig, sie besteht aus einer 40—50 m dicken Serie von ockergelben, eisenschüssigen, dünnplattigen Kalken mit bisweilen deutlicher diskordanter Parallelstruktur. An der neuen Straße von Moulin-de-Bollmann nach dem Dorfe Saulcy sind die oberen Lagen der Dalle nacrée als reine Echinodermenbreccie, nämlich als Haufwerk von *Pentacrinus*-Stielgliedern, Seeigelresten und Ostreenschälchen ausgebildet.

Die *Athleta*-Schichten habe ich in dem von mir behandelten Gebiete nirgends aufgeschlossen gesehen. Wenn vorhanden, sind sie wenig mächtig und von den *Renggeri*-Tonen überrutscht.

Malm.

Im unteren Malm läßt sich an einigen Stellen schon die Grenze der west- und mitteljurassischen Fazies beobachten, obwohl die Gegend von St. Brais und Saulcy noch vollständig dem rauracischen Faziesbezirk angehört. Erst im Süden von Lajoux, in der Gegend von Tramelan und Tavannes, beginnt die argovische Ausbildung. Die Gliederung des Malms ist durchweg die gewöhnliche.

Oxford.

Das Oxford läßt sich in zwei Etagen gliedern:

1. in die *Renggeri*-Tone (25—30 m) und
2. in das Terrain à chailles (35—40 m).

Die *Renggeri*-Tone sind dunkelgraue, blauschwarze Tone mit zahlreichen kleinen, verkiesten Ammoniten, unter denen ich *Creniceras Renggeri* Opp., *Cardioceras cordatum* Sow., *Aspidoceras perarmatum* Sow. und *Perisphinctes Bernensis* de Lor. als leitend hervorheben möchte. Ihre Mächtigkeit ist äußerst schwierig festzustellen, da sie erstens weithin verrutscht und zweitens bei der Faltung oft fast ausgequetscht oder gestaucht sind. Schöne Aufschlüsse liegen an der Straße von der Station nach Dorf Lajoux, bei Les Seignattes südwestlich von St. Brais und südlich von Les Rottes.

Das Terrain à chailles ist in seinen unteren Lagen vorwiegend mergelig, in den oberen Lagen herrschen Kieselkalkknauern vor, die Kopfgröße erreichen können. Für die tiefer liegenden Schichten sind charakteristisch: *Rhynchonella Thurmanni* Voltz., *Collyrites bicordata* Des., *Cardioceras cordatum* Sow., für die höheren Lagen: *Pholadomya parcicostata* Roem., *Ph. exaltata* Ag., *Ph. lineata* Goldf., *Perisphinctes plicatilis* d'Orb. etc. Das Terrain à chailles ist an der Bahnlinie östlich von Station Saulcy, an der Straße von Lajoux nach La Combe, am besten aber östlich von Montfaucon zu beobachten, wo durch einen Bergrutsch das obere Oxford freigelegt ist. An Fossilien ist dieser Fundort außerordentlich reich.

Rauracien.

Die Schichtserie des Rauracien setzt sich in der Hauptsache aus harten Riff- und Korallenkalken zusammen. Diese widerstandsfähigen Kalke bilden fast überall die Kämme der Ketten und erzeugen Steilhänge und schroffe Felswände. Von einer Abnahme des Rauracien ist in der Gegend von Saulcy und St. Brais noch nichts zu bemerken, erst ganz im Süden meines Gebiets, bei Lajoux, ist ein Übergang in die argovische Ausbildung zu beobachten. In der Gegend von Saulcy und St. Brais läßt sich das Rauracien gliedern in:

a) die unteren oder *Florigemma*-Schichten, das Glypticien (30—35 m),
b) den mittleren, stellenweise durch Kalke vertretenen Oolith (45—50 m),
c) die oberen Nerineenschichten (20 m).

Das untere Rauracien besteht aus gelbbraunen, wulstigen, in den tieferen Lagen sogar geschichteten Mergelkalken

mit häufigen Echinodermenresten (Stacheln von *Cidaris florigemma* Phil., *Glypticus hieroglyphicus* Ag., *Hemicidaris crenularis* Ag.). Korallenstöcke durchsetzen es schnurförmig, die Fossilien sind meist verkieselt. Aus der reichhaltigen Fauna führe ich noch weiter an: *Pecten Laurae* Et., *Gryphaea dilatata* Sow., *Pholadomya exaltata* Ag., *Zeilleria delemontana* Opp. Nach oben zu nimmt die Schichtung ab, der Kalkgehalt zu. Die Mergelkalke weichen in den oberen Lagen einem ungebankten, massigen, von zahllosen Klüften durchsetzten Riffkalk, der unmerklich in das mittlere Rauracien übergeht. Diese letzte Stufe besteht aus einer gegen 50 m mächtigen Serie von hellen, kompakten Kalken, aus lockeren Oolithen und porösen hellbraunen Mergelkalken. Die eigentlichen Oolithbänke sind nur wenig mächtig, dagegen reich an Fossilien, vor allem an: *Pecten vitreus* Roem., *Astarte Blauenensis* de Lor., *Cerithium blauenense* Bur., *Nerinea episcopalis* de Lor. etc. Charakteristisch ist für die Terebratelschalen ein eigentümlicher Seidenglanz, der Exemplaren aus anderen Schichten durchweg fehlt.

Das obere Rauracien setzt sich allgemein aus harten, äußerst widerstandsfähigen Kalken zusammen und ist fossilarm. Meist sind nur schlechte Querschnitte von *Diceras*, Nerineen und Korallen wahrzunehmen; nur an der Grenze gegen das Sequan treten Nerineen (*Nerinea nodosa* Voltz, *Nerinea Ursicina* Th.) in Nestern, aber nur an diesen Horizont gebunden, auf.

Im Süden meines Gebietes, in den beiden Flanken des Gewölbes von Lajoux, war eine Annäherung an den argovischen Faziesbezirk zu bemerken. Das eigentliche Argovien, die Mergelkalke und Tone der Birmensdorfer und Effinger Schichten, habe ich in meinem Gebiete nicht beobachtet.

In der Kette von Lajoux setzt sich das untere und mittlere Rauracien aus einer gegen 50 m mächtigen Serie von stellenweise wohlgeschichteten Mergelkalken zusammen. In den unteren Lagen sind die Schichten noch ziemlich dickbankig und enthalten häufig *Gryphaea dilatata* Sow., *Ctenostreon proboscideum* Sow. sp., *Terebratula insignis* Mndhl., ebenso gelegentlich Stacheln von *Cidaris florigemma* Phil., aber weit seltener als in den eigentlichen *Florigemma*-Schichten der nördlichen Ketten. Die Schichtung nimmt nach oben hin zu, zugleich wird das Gestein poröser. Rauracienoolith habe ich noch südlich von Moulin-de-Beusses beobachtet,

in der Umgebung von Lajoux nicht mehr. Schlägt man den Feldweg, der bei der Kirche des Dorfes nach Nordosten umbiegt und nach Cernies-de-Saulcy führt, ein, so hat man Gelegenheit, eine merkwürdige Ausbildung des mittleren, bezw. oberen Rauraciens kennen zu lernen. Gleich am Eingang in den Wald stehen 6—10 m mächtige, deutlich geschichtete, weiße, sehr poröse Mergelkalke an mit zahlreichen, ziemlich schlecht erhaltenen Fossilien. Ich konnte dort vor allem planulate Perisphinctiden und dem *Ammonites marantianus* D'Orbigny nahestehende Oppelien sammeln. Die schroffen Rauracienfelsen fehlen in der Kette von Lajoux, daher sind die Höhenunterschiede ausgeglichener und die Landschaft nimmt mehr und mehr den Charakter eines welligen Hügellandes an. Auch das Rauracien vermag hier fette Wiesen und Felder zu tragen. Das Rauracien der nördlichen Ketten, den Delsberg-Blauen-Typus, lernen wir in zahlreichen guten Aufschlüssen kennen. Das beste Profil läßt sich längs der Bahn westlich von Station Saulcy aufnehmen, wo sämtliche Etagen wohl aufgeschlossen sind. Außerdem können wir das Rauracien längs der neuen Straße nach Dorf Saulcy, bei La Combe, bei Les Roches nördlich von St. Brais, bei Les-neufs-Prés etc. studieren. Längs der Straße von Lajoux, südlich von Sous-les-neufs-Prés, haben wir Gelegenheit, die etwas abweichende südliche Ausbildung zu sehen.

Sequan.

Dem Sequan fehlen eigentliche Riffkalke fast vollständig, an ihre Stelle treten Mergel, Mergelkalke und Oolithe. Man kann gliedern in

a) *Natica*-Mergel (35 m),
b) *Humeralis*-Schichten (25 m, mit Mumienbank),
c) St. Verena-Schichten (30 m).

Die *Natica*-Schichten sind blaugraue, in verwittertem Zustand rotbraune Mergel und mergelige Oolithe. Selten ist die Grenze zwischen den Sequanmergeln und dem obersten Rauracien gut aufgeschlossen, ich konnte sie nur in dem Bahneinschnitte westlich von Station Saulcy beobachten. Hier folgte auf die harten, schlecht gebankten Kalke des oberen Rauracien eine Serie von fahlgelben, graugefleckten, gut gebankten Kalken mit dünnen Mergelzwischenlagen. Diese Schichten sind so ziemlich fossilleer

nur in den obersten Schichten fand ich eine kleine *Natica*, die mit *Natica hemisphaerica* d'Orb. identisch sein dürfte. An der Basis der nun folgenden Mergel konnte ich eine etwas festere, etwa 0.5 m mächtige Kalkschicht beobachten, in der sich *Astarte minima* Lam. in zahlreichen Exemplaren lumachellenartig zeigte. Die Mergel selbst sind fossilreich. Außer leitenden *Natica*-Arten: *Natica grandis* de Lor., *N. Eudora* d'Orb., *N. hemisphaerica* d'Orb. finden sich noch *Nerinea Bruckneri* Th., *Lucina Elsgaudiae* Th. recht häufig.

Zwischen die *Natica*-Mergel und die *Humeralis*-Schichten schieben sich die Mumienbänke ein, d. h. Kalke mit über bohnengroßen, oolithartigen Knollen, die sehr leicht erkennbar und dem kartierenden Geologen als trefflicher Leithorizont willkommen sind.

Die *Humeralis*-Schichten selbst sind Mergelkalke und Mergel von gelber bis rötlichbrauner Farbe. Sie beherbergen eine reiche Fauna, aus der ich als leitend *Magellania humeralis* Roem., *Terebratula Bauhini* Et., *Rhynchonella corallina* Leym., *Bourguetia striata* Desh., *Rhynchonella corallina* Leym., *Apiocrinus Meriani* Desh. erwähnen möchte. Im Hangenden der *Humeralis*-Schichten ist stellenweise eine zweite Mumienbank zu beobachten: doch ist sie bei weitem nicht so ausgeprägt wie die untere. Sie leitet den St. Verena-Oolith ein.

Die St. Verena-Schichten sind vorwiegend Oolithe von sehr wechselnder Ausbildung, da bald harte, zähe, feinkörnige, fleischrote Oolithkalke vorwalten, bald in den oberen Lagen stellenweise ein äußerst lockerer, weißer, grobkörniger Oolith sich entwickelt. Aus diesem habe ich *Cardium corallinum* Buv., *Nerinea Gosae* Roem. und *N. contorta* Buv., *Ostrea pulligera* Qu. gesammelt. An anderen Orten ist der eigentliche Oolith auf wenige Meter reduziert und durch lichte, zähe, wohl geschichtete Kalke ersetzt. Dieser Fazieswechsel ist am besten in der Gegend von Lajoux zu beobachten, wo das gesamte mittlere und obere Sequan als Kalk ausgebildet ist. Einen ähnlichen Fazieswechsel konnte Herr Schuh in den Freibergen bei Les Pommerats nachweisen.

Auch das Sequan ist in den drei von mir untersuchten Ketten wohl aufgeschlossen. Bei Combe Tabeillon westlich Station Saulcy und bei Moulin-de-Beusses stehen fossilreiche *Natica*-Schichten an, oberhalb des Wirtshauses von La Combe westlich

von Station Lajoux *Humeralis*-Schichten in typischer Ausbildung. Verena-Oolith und Mumienbänke sind überall, wo Sequan sichtbar ist, gut aufgeschlossen, weil sie als harte, widerstandsfähige Rippen zwischen den weicheren, von Wiesen überkleideten *Natica*- und *Humeralis*-Schichten hervorragen.

Kimmeridge.

Wir unterscheiden

unteren Kimmeridge (40 m),
Pteroceras-Mergel (8 m),
oberen Kimmeridgekalk (30 m).

Es fällt zunächst auf, daß der Kimmeridge — namentlich seine obersten Teile — nicht mehr die Mächtigkeit besitzt, wie in der Gegend von Laufen, Moutier etc.

Der untere Kimmeridge (*Pseudocidaris Thurmanni*-Schichten, Couches du Vobourg) besteht aus gut gebankten, äußerst harten, grauen oder hellbräunlichen Kalken. Die Stacheln von *Pseudocidaris Thurmanni* Ag. sind nur in einer ganz bestimmten Lage, gegen das Hangende hin, zu finden, sonst ist diese Zone so gut wie fossilleer. Die Grenze zwischen Obersequan und unterem Kimmeridge ist meistens nicht scharf, weil fast sämtliche für den Kimmeridge leitende Formen schon im Obersequan auftreten können.

Die *Pteroceras*-Schichten sind lockere, ockergelbe oder graue, äußerst fossilreiche Mergel mit folgenden Leitformen:

Pteroceras Oceani Brongn.	*Isocardia striata* d'Orb.
Ostrea solitaria Sow.	*Ceromya excentrica* Ag.
Plectomya rugosa P. de Loriol	*Terebratula suprajurensis* Thurm.

Der obere Kimmeridge, Epipterocérien und Hypovirgulien, setzt sich aus einer Serie von lichten, weichen, teilweise mergeligen Kalken mit unten dünnplattiger, nach oben zu undeutlicher Schichtung zusammen.

Das Hypovirgulien ist ein weißer, kreideartiger, wenig widerstandsfähiger Kalk, reich an großen Nerineen (*Nerinea depressa* Voltz., *N. Elsgaudiae* Th.). Von den Leitformen des Pterocérien sind *Pteroceras Oceani* Brongn., *Terebratula suprajurensis* Thurm., *Ostrea pulligera* Qu. etc. auch hier noch ebenso häufig wie in den *Pteroceras*-Mergeln.

Gute Aufschlüsse im unteren Kimmeridge sah ich längs der Bahnlinie westlich von Station Saulcy, bei Station Lajoux unterhalb Petit-Montcenez. An eben den genannten Orten treten auch die fossilreichen *Pteroceras*-Mergel zutage. Das Epipterocérien läßt sich südlich von Au-Senneut längs der kleinen Fahrstraße nach La Combe studieren.

Portland.

Das Portlandien ist in der Umgebung von St. Brais nur in seiner untersten Stufe, den *Virgula*-Schichten, vertreten und zwar als graugrüne, fette, wenig mächtige Tone, aus denen ich die kleine *Exogyra virgula* d'Orb. stellenweise sammeln konnte.

Das Virgulien ist östlich von Plein-de Seigne am Berghang gelegentlich einer Ausschachtung aufgeschlossen gewesen, ferner bei Au-Senneut von mir beobachtet.

Tertiär.

Das Tertiär spielt im Gebiet der behandelten Kette nur eine untergeordnete Rolle.

Eocän.

Die älteste Ablagerung stellt die aus dem Becken von Delémont, Soulce, Moutier, Tavannes etc. wohlbekannte Bohnerzformation dar. Das eigentliche körnige Bohnerz, wie es in Delsberg früher abgebaut wurde, fehlt zumeist, rot gefärbte Lehme, sogen. Bolus, herrschen vor.

Die aus dem Becken von Moutier und Tavannes bekannten Glassande (Sables vitrifiables) und die ebenfalls um Moutier herum sich findenden eocänen Süßwasserkalke sind wahrscheinlich nicht zur Ablagerung gekommen. Das ist auch leicht verständlich: Wenn wir in den Freibergen die Bohnerztrichter nicht nur, wie im Delsberger Becken, dem Kimmeridge oder Portland, sondern den verschiedensten Sedimenten des Malms, häufig sogar noch dem Rauracien, eingelagert finden, so müssen wir annehmen, daß das Gebiet der nördlichen Freiberge und der sich nordöstlich anschließenden Gegend von St. Brais - Saulcy in der Eocänzeit teilweise bis auf das Rauracien herab erodiert war. Diese intensive Erosion läßt sich nur dann erklären,

wenn wir die Gegend der Freiberge als altes, schon in der Kreidezeit herausgehobenes Festland betrachten. Im Gegensatz hiezu erhielten sich im Gebiet der Becken von Delsberg und Moutier etc. bis gegen Ende der Miocänzeit noch kleine Landseen, ja wenige Kilometer südlich und südöstlich, bei Tavannes und Tramelan, gelangte in der Helvetienzeit der Muschelsandstein, ein rein marines Sediment, zur Ablagerung. Gelegentlich freilich ist es auch auf dem alten Festland der Freiberge zur Bildung von kleinen Landseen und Landsümpfen gekommen, wie die verstreuten Fetzen von Süßwassertertiär verraten, die wir zwischen den Falten steil eingepreßt und auf diese Weise von der Erosion geschützt finden. In der Hauptsache aber waren an der Abtragung des alten Festlands dieselben Faktoren tätig, die auch heute noch die Hauptrolle bei der Einebnung der Gebirge spielen und durch die die erodierenden Kräfte der Flüsse und Atmosphärilien bedingt sind.

Oligocän.

Mit Sicherheit als Oligocän ließen sich die unterhalb Sur-les-Roches zwischen Kimmeridge eingepreßten graugrünen bis rötlichbraunen, lockeren Mergel bestimmen. Bei einer Begehung fand Herr Prof. Deecke an dieser Stelle eine Lage von etwas härteren, dünnplattigen Mergelkalken, die große Planorben und Limnaeen enthielt. Die an dieser Stelle gesammelten Formen erinnern sehr an die Süßwassergastropoden des Delémontiens: *Helix Ramondi* Brg. und *H. rugulosa* Mart., *Limnaeus pachygaster* Thon., *Planorbis depressus* Grepp. etc. Bei Begehungen der Becken von Undervelier, Tavannes, Bellelay und Tramelan fand ich dieselben Mergel an der Basis der Delémontienkalke und über der Glimmerschüppchen führenden, lockeren, graugrünlichen Molasse alsacienne; sie entsprechen also zweifellos den oligocänen „Marnocalcaires inférieurs“ Rollier's.

Außer diesen spärlichen Resten tertiärer Sedimente spielen in der Gegend der nördlichen Freiberge besonders für die ungefähre Altersbestimmung der Faltung eine gewisse Rolle alte Flußgerölle. In den Kalken des unteren Kimmeridge, welche oberhalb der Station Lajoux gegen Au-Sennent zu ziemlich steil nach Norden einfallen, finden sich, mit eingefaltet, stark ab-

geriebene, eirunde Gerölle. Wie eine genauere Untersuchung des gesammelten Materials ergab, handelt es sich hier nur um Juragerölle. Unverkennbar sind abgerollte Stücke von Blauen und Verena-Oolith, von Kimmeridgekalk; ebenso unanfechtbar ist das Vorkommen von Dalle nacrée, Calcaire roux sableux und Hauptrogenstein. Auch Bohnerz findet sich, wenn auch spärlich, darin vertreten. Es war mir leider nicht möglich, das Alter dieser Gerölle genau zu bestimmen. Ich dachte zuerst, es handle sich im vorliegenden Fall um eine Fortsetzung des bei Pré-Petitjean von Rollier nachgewiesenen Gompholite d'Ajoie. Der Gompholite d'Ajoie ist aber, wie ich mich überzeugen konnte, ein grobes, ziemlich festverkittetes Konglomerat, das reich an körnigem Bohnerz und kleinen Quarzkieseln ist und bei dem die Juragerölle meist stark verwittert und vielfach so vermürbt sind, daß ihr Alter überhaupt nicht mehr bestimmt werden kann. Im vorliegenden Fall haben wir indessen nur lose, ziemlich frische, an Bohnerz verhältnismäßig recht arme Gerölle. Welches Alter das Vorkommnis auch besitzen mag, das eine ist jedenfalls sicher: Das Vorkommen von Dogger in dem untersuchten Material und die Tatsache, daß die Gerölle zweifellos mit eingefaltet sind, lassen auf eine starke, lokal den Dogger freilegende, der letzten Faltung vorhergehende Erosion schließen.

Schon G. J. Kemmerling fand auf den Ketten in der Umgebung von Moutier und Undervelier, den höchsten Kämmen auflagernd, eigentümliche Schotter. Ihr Auftreten war stets an die Basis des Höhenlehms gebunden, sie bestanden meist aus Quarziten, Graniten und Porphyren. Kemmerling nahm an, die Gerölle entstammten den Vogesen und wären den gleichartigen Schottervorkommen der pliocänen Dinotheriensande an die Seite zu stellen. Auf den Kämmen der Ketten von Saulcy und Raimeux fand ich ganz ähnliche Gerölle auf verschiedenem Untergrunde, bald auf Oxford, bald auf Rauracien und Sequan, aber immer an die Basis des Höhenlehms gebunden. Das Material war indessen von dem von Kemmerling erwähnten ein wenig verschieden. Porphyre und Granite fehlten nämlich, stark verwitterte Sandsteine und weiße Kiesel herrschten vor, daneben fand sich, spärlich vertreten, unverkennbares Juragestein. Ob nun diese Gerölle, namentlich die Quarzite, aus den Vogesen stammen, ist unsicher, zumal, da sich nicht viel weiter südlich bei Tramelan und Le Fuet

ebenfalls weiße Quarzite, dort aber mit typischen alpinen Geröllen: Serpentinen, Verrucano, Glimmerschiefern etc. vermengt finden (Rollier's Pondingue polygénique). Wenn sich diese Gerölle mit aufgefaltet auf den höchsten Kämmen auf dem verschiedensten Untergrund finden, so ist das nur wiederum ein Beweis für die Annahme einer intensiven Erosion vor der Faltung.

Diluvium.

Diluvialen Alters ist wohl in der Hauptsache der sogen. Höhenlehm, der auf den Hochplateaus der westlichen und südlichen Freiberge allmählich weite Verbreitung gewinnt. Auch die zahlreichen, an das Vorkommen weicher Mergel und Tone, namentlich der *Renggeri-* und *Virgula*-Schichten gebundenen, kleinen Moore sind wenigstens z. T. vielleicht dem Diluvium zuzurechnen.

Alluvium.

Dem Alluvium und wahrscheinlich auch noch dem Diluvium gehören die Schuttbreccien an, die sich an einigen Stellen, besonders da, wo die Faltung Steilwände erzeugte, gebildet haben. Ein großer Teil der eben erwähnten Moore mag auch noch dem Alluvium angehören.

Alluvial sind meiner Meinung nach auch die grünen, zähen Mergel, die hinter Station Lajoux durch einen Graben angeschnitten sind. Hier sind wahrscheinlich auf sekundärer Lagerstätte verschwemmte tertiäre oder dem Portland entstammende Tone und Mergel abgelagert worden. Die zahlreichen rezenten Schneckenschälchen, die beim Abschlämmen dieser Tone sich nachweisen lassen, sprechen aber jedenfalls für eine junge Entstehung.

Tektonik.

In dem von mir kartierten Gebiete konnte ich von Norden nach Süden drei Ketten unterscheiden:

die Kette von St. Brais—Sceut (Caquerelle),
die Kette von Saulcy—Vellerat
und die nördlich von Lajoux verlaufende Raimeux-Kette.

Schichtfolge des oberen Doggers und Malms an der Bahnlinie St. Brais—Saulcy—Lajoux im Berner Jura.

Pteroceras-Schichten (8—10 m), gelbl., lockere Mergelkalke mit *Pt. Oceani* Brongn. Lage mit *Pseudocidaris Thurmanni* Et.

Thurmanni-Schichten (35—45 m), graue, zähe, fossilleere Kalke.

Epiastartien (ca. 5—10 m), mürber, weißer Oolith mit *Cardium corallinum* Buv.

Verena-Schichten (15—20 m), fleischroter bis weißer, zäher, fossilarmer Oolith.

Fossilleerer, gelbbrauner Kalk (15 m).

Humeralis-Schichten (10—15 m), gelbgraue Mergel u. Kalke mit *Zeilleria humeralis* Roem. etc.

Mumienbänke (10 m), wohlgebankte Kalke mit bohnengroßen Konkretionen.

Natica-Schichten (7—10 m), blaugraue, oolith. Mergel mit *Nat. grandis* de Lor. etc.

Kalkbank mit *Astarte minima* Lam.

Fahlgelbe Kalke (25 m), mit Mergellagen wechselnd.

Nerineenschichten (20—25 m), fossilleere, ungeschichtete Kalke.

Blauen-Schichten (45 m), stellenweise lockerer, weißer, grober Oolith mit *Cerithium blauenense* Buv. etc.

Florigemma-Schichten (Glypticien, 30—35 m), bräunl., wulstige Kalke mit *Cidaris florigemma* Phil., *Glypticus hieroglyphicus* Ag. etc.

Terrain à chailles (40—45 m), blaugraue Mergelkalke, mit Kieselknollenbänken wechsellagernd; verkieselte Fossilien: *Pholadomya exaltata* Ag. etc.

Renggeri-Tone (ca. 30 m), blaugraue, zähe Tone mit *Creniceras Renggeri* Opp., *Aspidoceras perarmatum* Sow. etc.

Dalle nacrée (35—45 m), feinplattige, gelbgraue Kalke, zuweilen Echinodermenbreccie.

Calcaire roux sableux (5—10 m), grauer, wulstiger Kalk mit *Echinobrissus clunicularis* Llwd. etc.

Varians-Schichten (5—8 m), gelbgraue Mergel mit *Rhynchonella varians* Ziet. etc.

Oolithe des obersten Hauptrogensteins (feinoolithisch)

Maxillata-Mergel (1/4—1/2 m), graugelbe Mergel mit *Terebratula maxillata* Sow. etc.

Oolithe (5—8 m).

Mumienlage, ca. 0,5 m.

Oberer und mittlerer Hauptrogenstein, dickbankige, ockergelbe bis graue, feinoolithische Kalke.

Die Kette von St. Brais—Sceut wird im Norden durch den von Südwesten nach Nordosten fließenden Doubs begrenzt. Nördlich des Doubs steigt eine neue Kette, die von Miroir, an. Im Doubstal südlich von Essert-Fallon, berühren sich die beiden Ketten, nach Osten zu divergieren sie immer mehr und lassen ein weites Synklinaltal zwischen sich.

Die Kette von Saulcy—Vellerat ist bei Le Pequie von der nördlichen Kette von St. Brais nur durch das äußerst reduzierte Band

von Oxford und Rauracien getrennt. Auch in ihrem östlichen Verlauf sind die beiden Ketten nur durch eine schmale, wie wir noch sehen werden, tektonisch gestörte, von Oxford und Rauracien gebildete Synklinale geschieden. Bei Sceut-dessous schiebt sich, durch ein plötzliches Abbiegen der nördlichen Kette in eine rein südwest-nordöstliche Richtung verursacht, zwischen die beiden Antiklinalen eine Mulde von Sequan ein. Ähnliche Verhältnisse liegen im Westen meines Gebiets, bei Les Sairins, vor. Dort divergieren die fast rein ostwestlich verlaufende Antiklinale von St. Brais und die nordost-südwestlich streichende Vellerat-Kette unter einem sehr spitzen Winkel und machen einer Sequan-Kimmeridge-Mulde Platz. Zwischen der Vellerat- und Raimeux-Kette liegt eine tektonisch sehr komplizierte, gewissermaßen im kleinen noch stark gefaltete und gestauchte Synklinale.

Die Kette von Raimeux-Lajoux verläuft zunächst nordost-südwestlich, biegt dann bei Les Sauces scharf in eine fast rein nord-südliche Richtung ein, um dann etwa von Sous-les-Cerneux allmählich wieder eine rein nordost-südwestliche Streichrichtung anzunehmen. Im östlichen Teil dieser Kette, bei Rebévelier und in den Gorges de Pichoux ist das Streichen wieder ein rein ostwestliches. Es läßt sich also im Generalstreichen des Gebirges ein scharfer Wechsel zwischen einer Ostwestrichtung im Osten meines Gebiets, die sich im Verlauf der kleinen Tertiärbecken von Undervelier äußert, und zwischen einer nordost-südwestlichen Richtung konstatieren, die sich am deutlichsten im Verlauf der Ketten von Sceut und Raimeux (etwa von Sous-la-Côte bis Les Sauces) erkennen läßt, und ferner einer Ostwestrichtung im Nordwesten, der im großen und ganzen die Kette von St. Brais bis zu ihrem Umbiegen etwa von Fond du Val an folgt. Wie wir sehen, schneiden sich eine ostwestliche und eine nordost-südwestliche Richtung wiederholt in den Ketten. Ich werde später noch näher auf diese merkwürdigen Verhältnisse eingehen.

Die Kette von St. Brais—Sceut (Caquerelle-Kette).

Die Kette von St. Brais—Sceut spielt in der Juraliteratur eine bedeutende Rolle. Schon Fournet wollte in dem plötzlichen Abbiegen aus der rein ost-westlichen Richtung in die nordost-südwestliche eine Fortsetzung der in den französischen und sardinischen Alpen auftretenden Hauptstörungszonen sehen.

J. B. Greppin huldigt einer ähnlichen Anschauung. Er zieht eine Linie von Caquerelle durch Biel nach dem Montblanc und bemerkt, daß gerade dort, wo diese Linie die Jura- und Alpenketten schneidet, diese eine Ablenkung aus ihrer bisherigen Richtung erfahren. Dies ist indessen nicht der Fall: die südlichen Juraketten zeigen auch da, wo sie von der genannten Linie getroffen würden, keinerlei Abweichung, wie es denn überhaupt gewagt ist, die nördlichsten Teile des Kettenjura über den ganzen Jura und die Freiburger Alpen hinweg zu den Westalpen in Beziehung zu setzen.

Man könnte vielleicht eher die auffällige Störung im Streichen der Kette von St. Brais mit der Steinmann'schen Sundgaulinie[1] in Zusammenhang bringen.

Dem widerspricht Rollier, nach dessen Ansicht eine Beeinflussung des Nordschweizer Juras durch die Sundgaulinie deshalb unmöglich sein soll, weil Jura und Vogesen ein verschiedenes Alter besäßen[2]; er gibt aber doch zu, daß in der Gegend der Caquerellekette der Uferrand des miocänen Meeresarms gelegen hat, welcher in dieser Periode vom helvetischen Golf bis an den Südrand der oberrheinischen Tiefebene vordrang, daß ferner auch schon der tongrische Gompholit dieser Linie folgt und daß endlich bei der Faltung diese Uferlinie des miocänen Meeres erhalten geblieben ist und ihre Richtung mehr oder weniger mit der so auffallenden Streichlinie der Kette von St. Brais zusammenfällt. Jedenfalls ist der erste Einwand Rollier's, daß Vogesen und Jura ungleiches Alter besäßen und deshalb ein tektonischer Zusammenhang beider unmöglich sei, nicht von Belang. Die von Steinmann zuerst angenommene Sundgaulinie, auf die allein es meines Erachtens hier ankommt, steht mit der Abbruchslinie der Vogesen in keinem näheren Zusammenhang: sie hat vielleicht zu oligocäner, vielleicht aber auch miocäner Zeit den Rheintalgraben durchsetzt und kann möglicherweise sich noch in dem nördlichen Teil des Kettenjuras geäußert haben. Gibt ja doch Rollier selbst zu, daß der westliche Uferrand des miocänen Meeres

[1] G. Steinmann, Bemerkungen über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zum nordschweizerischen Kettenjura. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg. 6. Heft 4.

[2] L. Rollier, I. supplément 1893. z. Jura bernois et régions adjacents. Mat. pour la carte de la Suisse. 8 a.

ungefähr mit der durch die Caquerellekette bezeichneten Linie zusammenfällt. Daß die Uferlinie eines Meeres durch die tektonischen Verhältnisse bedingt sein kann, wie ja auch umgekehrt eine ehemalige Uferlinie späterhin zu einer wichtigen geologischen Linie werden kann, wird Herr Rollier zugeben müssen.

Van Wervecke bestreitet in seiner Arbeit: „Tektonik des Sundgaues und ihre Beziehungen zur Tektonik der angrenzenden Teile des Juragebirges" zwar die Existenz der Steinmann'schen Vogesenlinie, immerhin gesteht er zu, daß die Annahme der Sundgaulinie „besser begründet" sei.

Daß diese Störungslinie vorläufig, solange der Untergrund der oberrheinischen Tiefebene infolge der überaus mächtigen Tertiär- und Diluvialbedeckung unbekannt bleibt, ja noch recht hypothetisch ist, gibt auch Steinmann offen zu. Immerhin bleibt die merkwürdige Tatsache bestehen, daß in den nördlichen Juraketten plötzlich diese rein südwest-nordöstliche Streichrichtung auftritt, daß ferner die Schwarzwaldverwerfung in der Freiburger Gegend das nämliche Streichen zeigt und daß eine Linie in der Fortsetzung dieser beiden auffälligen Richtungen gerade den eigentümlichen Knick trifft, welcher die nördlichsten Juraketten, besonders die von Pfirt, durchsetzt. Eine genauere Untersuchung der Umgebung von Pfirt und des östlichen Elsgaus dürfte neue Gesichtspunkte für die bis jetzt noch recht unsichere Kenntnis des tektonischen Zusammenhangs zwischen dem nördlichen Kettenjura und dem Oberrheintalgraben ergeben.

Beschreibung der Kette von St. Brais.

Der von mir kartierte Teil dieser Kette erstreckt sich etwa von Les Sairins südlich von Montfavergier bis Sceut-dessous.

Der Doggerrücken streicht südlich von Montfavergier etwa nordost-südwestlich. Flaches Einfallen nach Nordwesten herrscht vor. Die Achse des Gewölbes läuft zuerst nordost-südwestlich, dann senkt sie sich allmählich gegen Nordosten, bis sie nördlich von St. Brais, unterhalb der Felsen von Les Roches untertaucht. Hier endigt das Gewölbe periklinal unter mittlerem Einfallen (35—40°). Das Dorf St. Brais steht auf Dalle nacrée. Ein zweiter Doggerrücken, wohl eine Abzweigung des eben erwähnten, zieht fast ostwestlich, gegen Süden ziemlich steil einschießend (50—55° n. S.) — im Norden ist das Fallen über Tage leider nicht festzu-

stellen —, bis etwas über die starke Umbiegung der Straße St. Brais—Bahnstation. Schon bei genauer Betrachtung fällt auf, daß bei St. Brais und Le Chésal das Oxford spitz zulaufend in das Doggergewölbe scheinbar eindringt; es hat den Anschein, als wäre der zuerst erwähnte Doggerrücken längs einer südwest-nordöstlich verlaufenden Linie abgeknickt und das daran sitzende Stück, der an zweiter Stelle erwähnte Doggersattel, nach Süden verschoben worden. Wir werden sehen, daß die Kette von Saulcy—Vellerat genau in der Fortsetzung dieses Knicks von einer Störung durchsetzt wird, und zwar derart, daß die Verlängerung der südlich von Enson-la-Fin auftretenden Störungslinie die Antiklinale von St. Brais gerade an der Stelle des eben erwähnten Knickes durchsetzt. Die Gewölbeachse taucht dann oberhalb Station St. Brais (ungefähr bei Punkt 864 der Karte) abermals ein wenig unter, um bei La Roche wieder emporzusteigen. Von da an herrscht in der Kette von St. Brais jene auffallende südost-nordwestliche Streichrichtung vor, über die in der Einleitung zu diesem Abschnitt schon berichtet wurde. Einigermaßen unverständlich bleibt, warum Rollier den Doggerrücken von Sceut als von Dalle nacrée gebildet einzeichnet — steht doch schon (südlich) bei den ersten Häusern von Sceut-dessous typischer Hauptrogenstein an, der dann auch noch mit zunehmender Mächtigkeit zutage tritt. Im Süden von Montfavergier divergieren Caquerelle- und Velleratkette und machen einer Mulde von jüngeren Schichten Platz, deren nördlicher Flügel ziemlich steiles Einfallen zeigt, wogegen der südliche mäßig einschießt. Als Muldenkern konnte ich bei den letzten Häusern von Les Sairins die kreidigen Kalke des Epipterocériens nachweisen. Als Fortsetzung der eben erwähnten Synklinale zieht zwischen Caquerelle- und Velleratkette, beiden Ketten angehörend, der schmale Rauracienkamm von Le Pequie und Le Plaignat südlich von St. Brais. Wie bei der Behandlung der Kette von Saulcy—Vellerat noch gezeigt werden soll, werden die hier in Frage kommenden Schichten von einigen allerdings unwesentlichen Sprüngen durchsetzt. Offenbar hat die bei Enson-la-Fin im Doggerkern auftretende Störung kleinere Nebensprünge verursacht.

Östlich von Le Chésal schiebt sich zwischen den sich gabelnden Doggersattel eine Synklinale ein, als deren Kern ich Unter- und Mittelsequan nachweisen konnte. Auch hier bedarf die Aufnahme

von Rollier der Berichtigung. Er zeichnet nämlich etwa bis Pré-Sergent ein sehr breites Band von Rauracien ein, so daß man glaubt, überhaupt nur eine einzige breite Synklinale vor sich zu haben, deren Kern nördlich von Malmaison ins Doubstal fällt. So einfach liegen aber die Verhältnisse nicht. Das von Rollier als Rauracien eingezeichnete breite Band ist selbst wieder in sich gefaltet und bildet die Flügel einer schmalen Sequanmulde. Wo die Höhenlehmbedeckung des zirka 950 m hoch liegenden Plateaus geringer wird, lassen sich *Natica*-Mergel und Mumienbänke einwandfrei feststellen. Das Rauracien des Ost- und Südflügels ist steil aufgerichtet (etwa unter 80°), der Nordflügel zeigt mittleres Fallen (35° n. S.) (vergl. Profile VI, VII, VIII, IX). Erst etwa vom Punkte 962 an der Straße nach Pré-Sergent an fällt dann das Rauracien nach Norden gegen den Doubs und nimmt an der Bildung einer zweiten Synklinale teil. Die zwischen den Doggerrücken von St. Brais und Sceut noch stehengebliebenen, schmalen und isolierten Rauracienklippen tragen die Spuren starker Faltung zur Schau. Die obersten Bänke des Terrain à chailles sind etwa bei Punkt 900 der Karte an der Straße nach Sceut wild in sich verstürzt, überkippt und an den offenbar einen starken Widerstand bildenden Rauracienklippen emporgepreßt worden. Das Rauracien selbst steht fast saiger, einige Schritte südwestlich des Felsentors von La Roche fallen die Klippen steil nach Südwesten. Diese steile Neigung behält das Rauracien, das in seiner ganzen Erstreckung nach Osten hin gleichzeitig dem Sattel von Sceut wie der Mulde von Combe Tabeillon angehört, bei. Gelegentlich kann sich sogar, wie wir sehen werden, die Saigerstellung bis zur Überkippung steigern.

Die Mulde von Combe Tabeillon schiebt sich zwischen die Ketten von St. Brais und Saulcy—Vellerat. Der nördliche, noch der Caquerelle-Kette angehörige Rauracienflügel fällt, wie in den zahlreichen Aufschlüssen an der Bahnlinie St. Brais—Sceut, noch südwestlich von La Roche, zu sehen ist, erst mäßig (45°) nach Südosten, dann wird das Einschießen immer steiler, bei Punkt 755 an der Bahn stehen die Schichten saiger, weiter östlich sind sie überkippt, was daraus hervorgeht, daß ich in den Aufschlüssen an der Bahnlinie mäßig (32°) nach Nordwesten fallendes Untersequan nachweisen konnte (vergl. Profile I, II, III). Die kleine Fahrstraße, die aus dem Tabeilloutal nach Sceut-dessous

führt, durchquert die Sequanmulde. Längs dieses Wegs ist Ober- und Mittelsequan aufgeschlossen mit deutlicher Überkippung des nördlichen Flügels nach Süden. Der Südflügel fällt zuerst flach normal nach Nordwesten (10 -15°), bei Station Combe Tabeillon liegen die *Natica*-Schichten fast horizontal, dann aber nimmt südlich des Tabeillon die Neigung der Schichten rasch und ziemlich unvermittelt zu, die Kalke des oberen Rauracien sehen wir schon unter 35—40° nach Nordwesten abfallen, während das mittlere Rauracien als senkrecht stehende Felsmauer aus dem Tabeillontal den Steilhang des Rückens von Saulcy hinanzieht (vergl. Profile IV, V).

Die Kette von Vellerat—Saulcy.

Schon A. Buxtorf und nach ihm Jenny und L. Kemmerling haben nachgewiesen, daß die Vellerat-Kette durchaus nicht den Typus eines regulären Gewölbes darstellt, wie Rollier behauptete. Die Anschauungen der drei Autoren werden durch meine Untersuchungen in diesem westlichen Teil der Kette wesentlich bekräftigt. Rollier zeichnet ganz richtig den spitzen, zwischen den Doggerrücken von Les Rottes und Enson-la-Fin sich einschiebenden Sporn von Oxford und Rauracien ein, unterläßt es aber, eine Erklärung dieser sicherlich auch ihm anormal erscheinenden Verhältnisse zu geben. Bei Les Rottes haben wir zunächst ein ganz regelmäßiges Doggergewölbe, dessen Kern oberflächlich flach nach Südsüdosten (3—5°) und nach Nordnordwesten einschießender Hauptrogenstein bildet (vergl. Profile XX, XIX, XVIII). Das Fallen nimmt etwas weiter östlich zu und nördlich von Punkt 1006 der Karte senkt sich die Dalle nacrée unter 40° nach Süden. Geht man nun auf der kleinen Fahrstraße von Enson-la-Fin gegen Les Seignattes zu, so wird man zuerst einer Reihe von Versenkungstrichtern gewahr, die alle in schnurgerader südwest-nordöstlicher Richtung den Wiesenrücken durchsetzen. In einigen dieser Dolinen findet man ziemlich flach fallenden oberen Hauptrogenstein, der auch noch am oberen Rande der Trichter nachzuweisen ist. Von Dalle nacrée, die in der Umgebung von Les Rottes-dessous, dann wieder östlich der Straße Enson-la-Fin spärlich aufgeschlossen ansteht, ist in der Umgebung der Dolinen nichts zu bemerken. Dagegen lassen sich westlich der Straße in dem Wiesengelände Oxfordtone konstatieren,

die mit dem schon erwähnten Hauptrogenstein in Kontakt treten. Das spornförmige Vordringen der Oxfordtone hat Rollier richtig erkannt, die Hauptrogensteinaufschlüsse scheinen ihm jedoch entgangen zu sein: wenigstens findet sich auf seiner Karte Bathonien nicht eingetragen. Daß nun aber Hauptoolith mit Oxfordton in Berührung tritt, kann ich mir nicht anders erklären, als durch eine Verwerfung, welche nach meiner Ansicht in nordost-südwestlicher Richtung von Enson-la-Fin nach Les Seignattes zieht und längs deren wir Hauptrogenstein im Südosten aufgepreßt, nach Nordwesten zu aber die oberen Horizonte des Bathoniens und Calloviens bis zu den *Renggeri*-Tonen eingesunken finden. Die Annahme einer Störung erklärt auch die starke Zerrüttung und das widersinnige Fallen der Dalle nacrée bei Les Seignattes und ferner die merkwürdige Gabelung des Rauracienkammes bei Pré-dessous. Die südlich sich anschließende Synklinale scheint indessen nicht weiter von der Störung betroffen zu sein, da die Fallrichtung der Sequan- und Kimmeridgeschichten hierfür keinen Anhaltspunkt liefert. Höchstens wäre die Umbiegung des nördlichen Muldenflügels unterhalb Pré-dessous aus einer von Nordnordost nach Südsüdwest verlaufenden Streichrichtung in eine von der Nord-Südlinie nur wenig nach Osten abweichende Richtung mit der Störung von Enson-la-Fin noch in Zusammenhang zu bringen. Ich führe diese Verwerfungslinie auf die Faltung, auf eine Zerreißung des Velleratgewölbes in einer südwest-nordöstlichen, die Gewölbeachse unter einem spitzen Winkel (etwa 30°) schneidenden Richtung zurück. Weil, wie wir sahen, westlich der Störungslinie immer das nächstfolgende jüngere Schichtenglied mit dem entsprechend älteren östlich der Verwerfung in Berührung tritt, so schließe ich daraus, daß der westlich der Verwerfung liegende Gewölbeteil gegenüber dem östlichen infolge des Bruches eine tiefere Lage erhielt und daß die Erosion östlich der Verwerfung ältere, im Westen aber immer die entsprechend jüngeren Schichten freilegen mußte.

Das am Nordrand des Doggergewölbes ziehende, außerordentlich reduzierte Oxfordband scheint bei Enson-la-Fin vollständig auszukeilen. Rollier jedenfalls zeichnet den in Frage kommenden Oxfordstreifen viel zu breit ein. Es läge eigentlich kein Grund dafür vor, daß hier das Oxford auf wenige Meter reduziert ist. Bei dem mäßigen Einfallen der Schichten (Rauracien

höchstens 30—35°) ist von der Annahme einer Ausquetschung wohl abzusehen. Dagegen erklärt sich alles, wenn man die nachgewiesene Störungslinie verlängert; denn sie trifft dann gerade dieses merkwürdig reduzierte Oxfordband und läßt sich unschwer mit dem eigentümlichen Knick, der den Doggerrücken bei St. Brais durchsetzt, verbinden.

Einige, allerdings mehr untergeordnete Störungen und Brüche durchsetzen auch die zwischen den Doggersätteln von St. Brais und Enson-la-Fin liegende Rauraciennmulde. Kurz vor dem Eingang des Dorfes St. Brais ist das Rauracien, namentlich die Schichten des Blauen-Ooliths, stark zerrüttet, außerdem läßt sich ungefähr in der Richtung der Straße eine Reihe steiler Kluftflächen und Harnische verfolgen, die ungefähr auf das unterhalb Le Plaignat gegen den Doggerrücken sich öffnende Tälchen zu laufen. Derartige Wiesentäler fehlen den Felskämmen des Rauraciens fast durchweg, und ich vermute deshalb, daß die Bildung dieses Tälchens auf Sprünge und Brüche, welche das Rauracien hier durchsetzten und eine Lockerung der Felsmassen verursachten, zurückzuführen ist.

Durch die neu angelegte Straße von Station Saulcy nach St. Brais sind eine Reihe, die Grenze zwischen oberem Dogger und unterem Malm freilegender Aufschlüsse entstanden. Unmittelbar bei der scharfen Krümmung, welche die Straße oberhalb des zweiten Eisenbahntunnels beschreibt, finden wir nun: zu unterst graue *Varians*-Mergel, darüber Calcaire roux sableux und Dalle nacrée. Einige Schritte oberhalb steht an der Straße Terrain à chailles an. Die *Renggeri*-Tone aber, welche dazwischen nachzuweisen sein müßten, fehlen. Die gleiche Erscheinung zeigt sich, noch deutlicher, ebenfalls an der Straße nach St. Brais, westlich der Einmündung des von Sur-Moron nach St. Brais führenden Feldsträßchens. Hier ist in einem größeren Aufschluß Dalle nacrée, schwach nach S ü d e n f a l l e n d, zu sehen. Am oberen Rande des Steinbruchs aber ist direkt die Auflagerung der Chaillesbänke auf die Plattenkalke der Dalle zu erkennen, auch hier sind *Renggeri*-Tone offenbar nicht mehr vorhanden. Es scheint mir überhaupt, als ob an der neuen Straße nach St. Brais bis etwa Enson-la-Fin die *Renggeri*-Tone ausgequetscht sind. Leider ist, namentlich bei Dos-les-Barres, das Oxford unter dem Gehängeschutt des Rauraciens fast vollständig begraben und

infolgedessen weitere, zusammenhängendere Beobachtung unmöglich geworden. Die Ausquetschung der Oxfordtone ist entweder auf einen Bergschlipf zurückzuführen, wobei die Felsmassen des Rauraciens auf den *Renggeri*-Tonen abgeglitten sind, oder es liegt hier eine ursprüngliche Störung — vielleicht stellenweise eine Überschiebung der Malmflanken über den Doggerkern, wie es an dem Tunnel südlich von Station St. Brais scheinen möchte — vor, deren Verlauf infolge der schlechten Aufschlüsse leider nicht sicher festzustellen ist.

Der Doggerrücken von Saulcy streicht ungefähr in der Richtung Ostnordost—Westsüdwest. Dieses Gewölbe ist am tiefsten angeschnitten, so daß als Unterstes noch die mittleren Schichten des unteren Doggers zutage treten. Die Schichtneigung des nördlichen Schenkels ist zuerst mäßig (Dalle nacrée und Hauptrogenstein an der Bahn 40°), dann im Tal des Tabeillon immer stärker. Die noch erhaltenen spärlichen Felsmassen des Hauptrogensteins sind stark gefaltet und verruschelt. Leider sind die Schichten des nördlichen Flügels an den vom Tabeillontal zur Bahnlinie aufsteigenden Hängen außerordentlich stark verschüttet. Ganze Felsmassen, durchweg dem Rauracien angehörig und auf den *Renggeri*-Tonen abgeglitten, liegen auf den Doggerschichten. Dieselbe Erscheinung zeigt sich längs des Baches bis zu den Rauracienklippen, die vom Rücken von Saulcy herab sich ins Tabeillontal fortsetzen. Spärliche, gefältelte und verruschelte Dalle nacrée und Hauptoolithfelsen ragen zwischen mächtigen Rauracienblöcken hervor und sprechen für eine außerordentlich starke Faltung des Nordflügels. Im Doggerkern selbst konnte ich mäßiges Einfallen (25—30°) feststellen. Auch der Südflügel ist anfänglich mäßig geneigt (Dalle nacrée 35—40°). Gelegentlich scheint der Druck, bezw. Gegendruck, der vom Doggerkern ausging, sehr intensiv gewesen zu sein; wenigstens konnte ich an der Straße nach Saulcy ein deutliches Vorspringen der Dalle nacrée in die weichen *Renggeri*-Tone wahrnehmen. Bei der Bezeichnung „Cernie Jean" auf der topographischen Karte ist das Einfallen des oberen Doggers steil (60—70°), das Oxford ist nahezu ausgequetscht, das Rauracien von einer Reihe kleiner Sprünge durchsetzt, das Glypticien östlich stark aufgepreßt. An dieser Stelle zeigt das Doggergewölbe eine deutliche Einschnürung, welche wohl kleinere Sprünge in den oberen Doggerschichten ausgelöst hat. Gegen

Saulcy zu verbreitert sich der Doggerrücken allmählich wieder und das Einfallen verflacht sich in der Nähe des Scheitels auf 30—45° n. S. Da aber die beiden Malm-Flanken des Vellerat-Gewölbes in der Umgebung von Saulcy steil gestellt sind, lassen sich hier die nämlichen Erscheinungen im Gewölbebau verfolgen, wie sie Mathey und Buxtorf aus dem Clos du Doubs beschrieben haben: Flache Lagerung des Malm im Scheitel der Gewölbe, Steil- und Knickzonen an den Gewölbeschenkeln.

An dieser Stelle sind einige in der Rollier'schen Karte sich findende Aufnahmefehler zu verbessern: Das etwa von Dos-les-Barres bis an den scharfen Knick der Straße nach St. Brais reichende Hauptrogensteinband ist viel zu breit eingetragen. Das Auftreten dieser Schicht ist nur auf die tiefer einschneidende Bachrinne beschränkt und nur durch die Erosionstätigkeit des Baches bloßgelegt. Nach den Einzeichnungen von Rollier würde man ein starkes Ansteigen der Gewölbeachse von West nach Ost vermuten, was jedoch nicht der Fall ist. Außerdem zeigt die Dalle des Nordflügels (bei der zweiten Schleife der Straße nach St. Brais) eine recht deutliche, wahrscheinlich durch eine untergeordnete Störung erzeugte knickartige Umbiegung, während auf der Rollier'schen Karte das Dalle nacrée-Band gleichmäßig in schwach ostnordost-westsüdwestlicher Richtung verläuft.

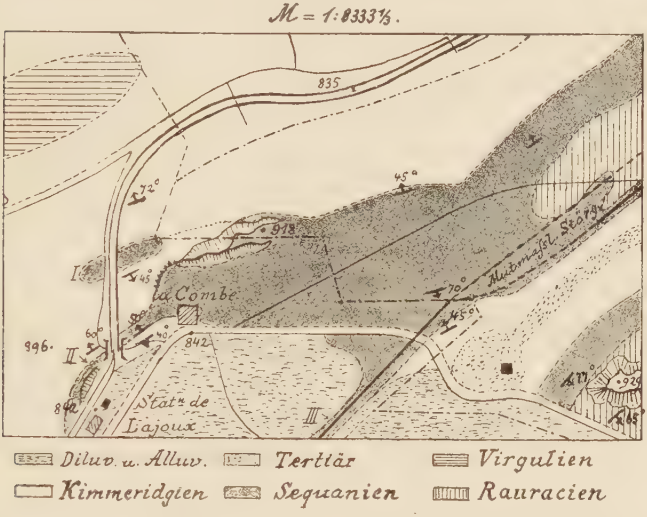
Das Streichen der Gewölbeachse ist also durchaus kein einheitliches. Während anfänglich bei Les Rottes und auch noch bei Pré-Villat eine nordost-südwestliche Richtung vorherrscht, biegt die Achse südlich Dos-les-Barres nach der entgegengesetzten Richtung um — wohl im Zusammenhang mit dem periklinalen Endigen der Sequan-Kimmeridge-Mulde von Champ du Plain —, um dann bei Moulin de Bollmann wieder die vorher erwähnte Richtung anzunehmen.

Zwischen die Vellerat- und die südliche Raimeux-Kette schiebt sich eine bei der Faltung in sich gestörte Synklinale jüngerer Schichten ein. Die Bahnlinie von Saulcy—Lajoux folgt nahezu der Achse dieser Mulde. Anfangs durchquert sie allerdings das an dieser die Synklinale abschließende Rauracien und Sequan, hält dann aber ungefähr die Streichrichtung der Kimmeridgeschichten (*Thurmanni*-Kalke und *Pteroceras*-Mergel) ein. In dem Tal des Tabeillon, wo etwa der Kern der Mulde liegt, fallen die Schichten flach nach Nordwesten (5°). Der nördliche

Flügel zeigt anfänglich mittleres Fallen (bei Sur-Moron 40°); dann nimmt die Schichtneigung außerordentlich zu, in dem östlich von Pré-dessous die Mulde querenden Bachbett steht Rauracien saiger, Sequan unter 75—50°. Dieses steile Einfallen des Nordflügels hält bis an die Westgrenze meines Gebiets, bis Pâture-ès-Pontenets, an. Ganz unerklärlich ist mir, warum Rollier das Rauracienband des nördlichen Muldenflügels derart verbreitert einzeichnet. Die Grenze seines Rauraciens folgt der 900 m-Kurve, die Grenze zwischen Sequan und Kimmeridge verläuft bei ihm in der Tabeillon-Niederung. Dies entspricht durchaus nicht der Wirklichkeit. Hätte Rollier den Hang von Champ du Plain begangen, so hätte er sehen müssen, daß das Kimmeridge über die 900 m-Kurve hinaufreicht und daß die Grenze zwischen Kimmeridge und Sequan viel weiter nördlich liegt. Einige 100 m südlich von Sur-Moron ist die Mumienbank herrlich aufgeschlossen und damit die Grenze zwischen Rauracien und Sequan bis dicht an Sur-Moron herangerückt. Im Muldenkern treten bei Au-Senneut noch *Virgula*-Mergel zutage. Diese stehen aber keineswegs mit dem westlich von Station Lajoux nachgewiesenen Virgulien im Zusammenhang (siehe Rollier). Die Synklinale teilt sich vielmehr in zwei Spezialmulden, deren Kern jedesmal Virgulien bildet und die durch Epipterocérienkalke voneinander getrennt sind.

Soweit liegen die Verhältnisse noch regelmäßig. Wesentlich komplizierter gestaltet sich die Tektonik des südlichen Muldenflügels. Dort nimmt das Rauracien an der Bildung eines Spezialsattels teil, dessen Kern aus Oxford (Terrain à chailles) besteht. Oberhalb Dos-les-Fontaines konnte ich Chailles sammeln, auch bei Sur-les-Roches ist Oxford nachzuweisen. Wie wir bei der Besprechung der Raimeux-Kette noch sehen werden, wird der südliche Teil dieses Sattels von einer Verwerfung abgeschnitten, welche in südwest-nordöstlicher Richtung, d. h. in der Fortsetzung der südlich von Saulcy auftretenden Aufpressungszone verläuft. Das Rauracien des Südflügels und das Oxford verschwinden, und es bleibt nur noch das den Nordschenkel des Spezialsattels bildende Rauracien erhalten, das unterhalb von Sur-les-Roches infolge einer Störung scharf an den Klippen des Verena-Ooliths absetzt (vergl. Prof. XIV). Noch schwieriger sind die Lagerungsverhältnisse des Sequans. Wir sehen diese Schicht, ziemlich steil nach Norden (60°) fallend, den Kimmeridgekern umranden. Dann folgt an der Bahnlinie,

kurz vor dem Wirtshaus von La Combe, eine steile Aufwölbung in den *Thurmanni*- und St. Verena-Schichten des Südflügels (siehe Spezialkarte: Aufwölbung I, vergl. Prof. XV, XVI, XVII). Der Nordflügel fällt steil ((70° n. N.), der südliche Teil ist etwas flacher (unter 45°) geneigt. Der Bahnschenke von La Combe gegenüber treten die Grenzschichten von Kimmeridge und Sequan, mit 45—50° gegen den Südflügel von Antiklinale I fallend, zutage. Sie bilden eine zweite Antiklinale, deren Kern, St. Verena-Oolith,



Kartenskizze der Gegend bei Station Lajoux.

bei La Combe ansteht und der gegenüber von Station Lajoux untertaucht (Aufwölbung II). Der Verena-Oolith zieht mit gleichem Einfallen (40—50° n. NW.) den Steilhang oberhalb La Combe hinan, und man kann deutlich verfolgen, wie der Verena-Oolith auf der Kammhöhe über den Kimmeridge von Antiklinale I übergreift; die zweite Antiklinale ist offenbar über die erste leicht überschoben oder überfaltet. Der von La Combe nach Sur-les-Roches führende Feldweg scheidet eine Sequanantiklinale (Fortsetzung von Antiklinale II), in deren Kern am Wege noch *Natica*-Oolithe aufgeschlossen sind. Dieser Sattel ist meines Erachtens die Fortsetzung des bei Sur-les-Roches von der Verwerfung betroffenen Oxford- und Rauraciengewölbes.

An der Straße von La Combe—Lajoux beobachten wir zunächst hinter La Combe St. Verena-Schichten 40—50° n. NW. einfallend, einige Schritte weiter östlich sind nach derselben Richtung einschießende *Humeralis*- und Mumien-Bänke festzustellen. Damit haben wir den Sattelkern gequert; wir durchschreiten von jetzt an wieder jüngere Schichten, vor allem wieder St. Verena-Oolith, mit 70° n. SO. geneigt, dann folgt eine Bank eines ziemlich fossilleeren, dem *Thurmanni*-Kalk äußerst ähnlichen Kalks, welcher aber widersinnig mit 45° gegen das erwähnte Obersequan einfällt. Das Obersequan setzt sich, stark zerrüttet und infolgedessen auch von der Erosion oberflächlich fast vollständig weggenommen, noch in die Wiesensenke von La Combe fort und ist dort in Form von Lesestücken nachzuweisen. An der Straße steht weiter östlich Tertiär auf Pterocérien auflagernd an. Damit ist der Kern dieser steilgepreßten Mulde erreicht, und wir durchschreiten überkipptes, nach Süden fallendes Ober- und Mittelsequan und in sich gefaltetes, überkipptes Rauracien (siehe Raimeuxkette). Daß die östlich von La Combe auftretende Hauptstörung auch noch die schon erwähnte, südlich der Straße liegende Niederung durchsetzt, schließe ich aus der äußerst starken Zerrüttung und Verruschelung des Kimmeridge dicht hinter dem Stationsgebäude von Lajoux und aus der starken Auffaltung der Obersequan- bezw. Kimmeridgeschichten an der Straße von Plain-de-Saigne nach Les-neufs-Prés.

Dort sehen wir zunächst den Südflügel der Mulde von Plain-de-Saigne steil nach Norden fallen (Kimmeridge 75—80° n. N.), dann stellen wir eine Aufwölbung von Obersequan fest, deren nördlicher Schenkel 70° n. N. und Südflügel mit 50—45° n. S. einschießt. Die nun folgende Kimmeridgemulde ist ebenfalls noch steil gestellt. Ein kleiner Fetzen von Süßwassertertiär liegt auf der einen Seite der Straße, etwa im Kern der Synklinale. Wir durchschreiten dann wieder eine steile Antiklinale von Obersequan und unterem Kimmeridge (der Nordflügel fällt mit 65° n. N., der Südflügel mit 70° n. S.) und gelangen endlich, wenn wir alle diese lokalen Aufwölbungen der St. Verena-*Thurmanni*-Schichten gequert haben, in eine Mulde von größerer Ausdehnung, die Synklinale von Petit-Montcenez, deren Kern sich aus *Pteroceras*-Mergeln zusammensetzt. Auch hier sind die Flanken steil, der Nordflügel mit 60—70° n. SO., der Südflügel mit 85° n. NW. geneigt.

Daß die zuerst beobachtete Aufpressung von Obersequan nur lokal ist, ergibt sich zwischen Plain-de-Saigne und Les-neufs-Prés, weil am Waldgehänge nur Kimmeridge als südlicher Schenkel einer zwischen Vellerat- und Raimeuxkette verlaufenden Synklinale ansteht. Die an zweiter Stelle erwähnte Aufpressung taucht nach Westen offenbar ebenfalls unter, nach Osten aber setzt sich, so gut ich dies in dem waldigen Terrain nachzuweisen vermochte, der dünne, steil stehende Streifen von Obersequan fort und vereinigt sich unterhalb Gros-Montcenez mit dem der Nordflanke des Raimeuxgewölbes angehörigen Sequan.

Eine starke Aufpressung, mit Störungen verbunden, hat auch der südliche Flügel des Gewölbes von Saulcy erfahren. Wir sehen schon an der Straße, die von der Bahnstation nach Dorf Saulcy führt, das Rauracien erst saiger stehend und oberhalb des kleinen Teiches von Moulin de Bollman von mehreren seitlichen Sprüngen durchsetzt, die ein stellenweises Abgleiten der Felsmassen auf den weichen Oxfordmergeln verursachten. Diese steile Aufrichtung der Rauracienfelsen hält an; man kann kurz vor dem Eintritt in das Dorf eine leichte Überkippung des Glypticiens wahrnehmen. Steiles Einfallen (60°) nach Süden ist auch dem Nordflügel der sich anschließenden Sequan-Kimmeridgemulde eigen, der Südflügel ist wesentlich flacher geneigt. Das die Synklinalen von Saulcy und Moulin-de-Beusses trennende Rauracien trägt westlich der Straße nach Lajoux die Spuren einer starken Aufpressung. Die Tone des Oxfords sind im Kern dieser kleinen Antiklinale hochgequetscht, ja an einigen Stellen muß sogar Dalle nacrée zutage treten (Lesestücke!) oder wenigstens in ganz geringer Tiefe anstehen. Die starke Aufpressung des Rauraciens etc. steht nach meiner Meinung mit der den kleinen Sattel von Dos-les-Fontaines schneidenden Störung in Zusammenhang. Auch die merkwürdige Erscheinung, daß das Rauracien, das dem Südschenkel dieser Antiklinale angehört, oberhalb Dos-les-Fontaines in Form einer einzelnen Klippe noch ansteht, dann plötzlich vollständig verschwindet, durch Obersequan ersetzt wird und erst wieder weiter unten an der Straße nach Saulcy auftaucht, muß wohl auf eine durch die vorhin erwähnte Störung ausgelöste und in ihrer Fortsetzung liegende Bruchlinie zurückzuführen sein, an der (an der erwähnten Stelle) ein Absinken der Rauracien- und Nachbrechen der Obersequanmassen erfolgt ist.

Die Raimeuxkette.

Im Doggergewölbe der Raimeuxkette herrscht, im Gegensatz zu den nördlichen Ketten von St. Brais und Saulcy-Vellerat, im allgemeinen flachere Schichtneigung vor. Diese Tatsache ist besonders in der Gegend des Gewölbescheitels zu bemerken, namentlich bei Sous-le-Cerneux, wo der überwiegend von Dalle nacrée gebildete Sattel aufgebrochen ist und oberer Hauptrogenstein schwach (5°) nach Norden fällt. Bei Rollier ist irrtümlicherweise das ganze Gewölbe einheitlich als Dalle nacrée eingezeichnet. Die schwache Neigung dieser letzteren hält längs der Wiesenhänge von Envers-des-Combes an: bei dem kleinen Vorsprung, den Dalle nacrée an der Straße nach Lajoux bildet, ist das Einfallen immer noch ein mäßiges (35—40° n. NW.). Um so mehr muß es befremden, daß die Malmflanken gerade da, wo die Neigung des Doggerscheitels über Tage anscheinend flach ist, saiger gestellt oder überkippt sind. An der Straße von La Combe nach Lajoux, bei Droits-des-Combes, sehen wir das Oxford fast ausgequetscht, das Rauracien bildet senkrecht gestellte oder leicht überkippte Klippen. Bei Punkt 866 der Karte ist das Rauracien zu einer kleinen Antiklinale in sich gefaltet. Das steilere Fallen (75—80°) nach Nordwest hält noch bis L'Angola an, dann aber verflacht sich plötzlich die Neigung der Rauracienschichten auf 35—45° n. SW., um von Le Creux an dieselben hohen Werte anzunehmen, wie an der Straße von La Combe nach Lajoux. Diese Tatsachen berechtigen zu der Annahme, daß an den zuletzt genannten Stellen die oberflächlich schwach geneigten Doggerschichten mit steiler Stellung und scharfem Knick sich in die Tiefe fortsetzen und daß hier der nördliche Flügel des Doggergewölbes dieselben Erscheinungen zeigt, wie sie an beiden Schenkeln des Velleratgewölbes in der Gegend von Saulcy zu konstatieren sind. Daß in der Umgebung von Petit-Montcenez die Neigung des Rauracien sich plötzlich auf 35—40° verflacht und diese Schichten in ihrer Begrenzung über Tage erheblich zunehmen, geht wohl auf einen an dieser Stelle geringeren Druck des Doggerkerns zurück, als bei L'Angola und Le Creux, wo sich ein deutliches Vordringen des Doggerkerns gegen die ihm nördlich angelagerten Malmflanken wahrnehmen läßt.

Die nördlich sich anschließende Sequan-Kimmeridgemulde zeigt dadurch ein anormales Verhalten, daß Kimmeridge mit

Rauracien-Oxford-Rauracien in Berührung tritt. Man muß also in der Verlängerung der Oxford- und Dalle nacrée-Aufpressung bei „La-grosse-Closure" eine Bruchlinie annehmen, an der eine starke Aufstauchung der kleinen Antiklinale von Dos-les-Fontaines erfolgt ist, so daß ältere Mahnschichten neben jüngere zu liegen gekommen sind. Von einer Überschiebung muß bei der Steilstellung der Schichten abgesehen werden. Daß diese Störung sich wahrscheinlich in die Einsenkung von La Combe fortsetzt, wurde bereits bei der Besprechung der Velleratkette erwähnt. An dieser Stelle bot sich mir Gelegenheit, einige Fehler in der Rollier'schen Karte zu berichtigen. Rollier hat bei der Aufnahme dieser, die Einsenkung von La Combe begrenzenden Kämme der Kombination etwas zu freien Spielraum gelassen. Die Oxford-Rauracienantiklinale von Dos-les-Fontaines und Sur-les-Roches wird nach Rollier noch von der Straße angeschnitten, setzt sich in die Niederung von La Combe fort und endet dort periklinal. Ich konnte dagegen nachweisen, daß keine der beiden Rauracienflanken die Straße nach Lajoux erreicht. Wie ich weiter oben zeigte, werden das Rauracien des Südflügels und das Oxford oberhalb Dos-les-Fontaines gegen unteren Kimmeridge verworfen und verschwinden: der Kimmeridge setzt sich allerdings fort und ist an der Straße fossilreich (Pterocérien!) aufgeschlossen. Offenbar hat Rollier den fossilreichen Kimmeridgekalk für Rauracienkalk gehalten, ebenso wie er die von *Pteroceras*- und Tertiärmergeln gebildete Mulde als Oxfordcombe deutete. Aber auch der nördliche Rauracienflügel der Antiklinale von Dos-les-Fontaines trifft nicht die Straße, sondern endet einige 100 m unter Sur-les-Roches.

Wie wir sahen, ist das Rauracien, das dem Nordflügel der Raimeuxkette angehört, steil gepreßt und gestaucht. Von Moulin-dos-les-Cras verflacht sich das Fallen zusehends, bis auch hier die weite, schwach (10—15°) fallende Decke von Rauracienkalk wie am Südrand der Raimeuxkette entsteht. Da deren Mächtigkeit gering ist, tritt in Tälern und kleinen Talkesseln das Oxford zutage, z. B. in der Umgebung von Cernies-de-Saulcy und der kleinen, vom Mierybach durchflossenen Talsenke, deren tiefere Teile nicht, wie von Rollier irrtümlicherweise angenommen wird, dem Rauracien, sondern schon dem Oxford angehören.

Südlich von Lajoux reiht sich an die Raimeuxkette eine verhältnismäßig flache, von Sequan und Kimmeridge gebildete Mulde,

welche, ähnlich wie die Synklinalen von La Combe, Gros- und Petit-Montcenez, von einer ungefähr südwest-nordöstlich streichenden, ziemlich steilen (n. N. unter 70—90°, n. S. unter 60—70° fallenden) Antiklinale durchzogen wird. Der Bau dieser Mulde ist von Rollier ebenfalls gründlich mißverstanden worden. Nach Rollier's Karte tritt als jüngstes Glied der Schichtserie im Muldenkern nur Sequan auf, in Wirklichkeit aber läßt sich schon bei Essert Poinçat und auf den Wiesen südlich von Lajoux deutlich Kimmeridge als Jüngstes nachweisen. Ferner ist die Umrandung der Kimmeridgeschichten in der Umgebung von Fornet-dessus, wie sie Rollier gibt, eine rein willkürliche, nicht beobachtete. Wenn Rollier den Kimmeridge ungefähr mit der 1000 m-Kurve gleichlaufend ausstreichen läßt, so entspricht das nicht den Tatsachen; der Kimmeridge von Essert Poinçat hängt vielmehr mit dem von Fornet zusammen, und wir haben auch in der Mulde von Fornet ganz normales nordost-südwestliches Generalstreichen, was auf der Karte von Rollier ganz außer acht gelassen ist. Die kleine Aufwölbung in den Schichten des Obersequan, bezw. des unteren Kimmeridge, welche längs der Straße von Dorf Lajoux nach dem Orte Fornet-dessus schön aufgeschlossen ist und sich von Essert Poinçat bis etwa Sur-les-Laves recht deutlich verfolgen läßt, scheint Rollier ebenfalls unbekannt geblieben zu sein.

Zusammenfassung.

Der Bau der Ketten von St. Brais—Seut, Saulcy—Vellerat und Raimeux ist kein so einfacher, wie bisher angenommen wurde. Es ließen sich an Störungen nachweisen:

a) eine Faltenverwerfung im Doggerkern von Enson-la-Fin, welche wahrscheinlich aus einer Doppelung des Doggergewölbes hervorgegangen ist,

b) eine Verwerfung südlich von Dos-les-Fontaines, wohl im Zusammenhang mit den intensiven Aufpressungen in den jüngeren Malmschichten von Plain-de-Saigne und im Oxford und Rauracien bei La-grosse-Closure,

c) Ausquetschungen im Oxford bei Dos-les-Barres, Enson-la-Fin, bei Station St. Brais etc.,

d) Knickzonen im oberen Dogger des Velleratgewölbes, im Rauracien von Saulcy, Droit-de-Combes etc.,

e) zahlreiche, den Achsen der größeren Mulden ungefähr parallel verlaufende Spezialsättel und Spezialmulden (Gegend von La Combe, Petit-Montcenez, Essert Poinçat etc.).

In seiner Arbeit über den Gebirgsbau des Clos du Doubs und der Velleratkette hebt A. Buxtorf folgende im Aufbau des Nordschweizer Kettenjura immer wieder zur Geltung kommende Gesetze hervor:

1. Das Clos du Doubs betreffend: „Die Überschiebung zieht lediglich das Oxford und sein Hangendes in Mitleidenschaft, die älteren Schichten vom oberen Dogger abwärts dagegen werden von dieser Störung nicht berührt."

2. Was die Velleratkette betrifft: „Die bei Choindez erkennbare Doppelung des Doggerkerns erlischt im Oxford, der Rauracienbogen darüber ist ungebrochen. Andererseits wird der Doggerkern von allen Störungen, die im Malm-Nordschenkel so klar erkannt werden können, nicht betroffen. An diesen Störungen beteiligen sich nur das Oxford und sein Hangendes."

In seiner Arbeit über den Gebirgsbau der Weißensteinkette kommt Buxtorf zu der Auffassung, daß die stark wechselnde Mächtigkeit des Oxfords und die Divergenz im Dogger und Malm nicht nach der Faltung, sondern gleichzeitig mit letzterer entstanden und eine von dieser untrennbare Begleiterscheinung ist. Diese Erfahrungen finden sich – allerdings mit einiger Beschränkung – auch in dem von mir untersuchten Gebiet bestätigt.

Die Doggerkerne haben sich auch hier der Faltung gegenüber verhältnismäßig starr verhalten. Die überliegenden Oxfordtone schwächten offenbar die Wirkung der faltenden Kräfte ganz erheblich ab und so kommt es, daß die Doggersättel höchstens in ihren oberen Teilen von unwesentlichen Sprüngen durchsetzt werden. Auch Doppelungen in den Doggergewölben sind in der Umgebung von St. Brais nachzuweisen, einmal ist wahrscheinlich die Störung von Enson-la-Fin aus einer Doppelung infolge allzu starken Druckes und damit verbundener Zerreißung der Gewölbeschenkel entstanden: eine weitere Doppelung in einen nördlichen (unterhalb La Roche) und südlichen Ast (Le Chésal) erfuhr das Doggergewölbe in der Gegend von St. Brais. Ob an den genannten Stellen auch noch

Malm an der Doppelung teilnimmt, läßt sich, wenigstens in der Umgebung von Enson-la-Fin, nicht mit Sicherheit nachweisen, bei Le Chésal aber scheint tatsächlich der dem Doggerkern aufliegende Malm von der Doppelung nicht weiter berührt zu werden.

Rollier und Machaček nehmen für das Gebiet der Freiberge an, daß es sich hier um ein altes, schon in der Kreidezeit herausgehobenes Festland handle, das von nachfolgenden Meeresüberflutungen verschont geblieben sei. Außerdem schließt Machaček aus der intensiven Erosionstätigkeit in früheren geologischen Zeiträumen, daß in den Freibergen die Faltung am ältesten sei und daß sie von da aus nach Osten und Süden weiter um sich gegriffen habe. Im wesentlichen möchte ich der Anschauung Rollier's, der die Freiberge als altes Festland auffaßt, beistimmen. Die Gründe, die mich dazu veranlassen, habe ich schon bei der Behandlung der tertiären Sedimente angeführt. Diese Annahme wird vielleicht bekräftigt durch die Eigentümlichkeiten, die der Gebirgsbau der Freiberge zeigt. Einmal waren die faltenden Kräfte, welche den Wechsel von Mulden und Sätteln schufen, sehr intensive. Ich erinnere nur an die Erscheinungen bei La Combe, wo die Falten sich förmlich scharen, ich erinnere an die zahlreichen kleineren Aufpressungen, von denen die größeren Synklinalen noch durchzogen werden. Darin möchte ich eine Summierung aller faltenden Kräfte erblicken. Warum gerade in den Freibergen die Faltung sich derart steigerte, läßt sich nicht recht einsehen, wenn man eine gleichzeitige Auffaltung des Juras, seiner schwächer und stärker gefalteten Teile annimmt. Wir würden vielleicht in der Erkenntnis des inneren Aufbaues, der Art und Weise der Faltung im Juragebirge, weiter fortschreiten, wenn wir den Jura, so wie er vor dem jeweiligen Faltungsvorgang bestand, nicht als einheitlich, sondern als in seinen einzelnen Teilen durchaus ungleichwertig und verschieden ansehen. Kommt man so zu der Auffassung, daß schon herausgehobenes und wahrscheinlich auch gefaltetes Land existierte, als noch Teile des heutigen Juragebirges vom Meere überflutet waren, so wird man begreifen, warum dann auch diese, geologisch gesprochen, alten Teile intensiver gefaltet sind als die Gebiete länger andauernder Meeresbedeckung. Denn da die Faltung sicher nicht einmal erfolgte,

sondern das Ergebnis längerer, wahrscheinlich zeitweise unterbrochener Dislokationsphasen gewesen sein wird, so werden sich in jenen seit alters herausgehobenen Teilen alle Faltungsvorgänge abgespielt haben, während die erst in jüngerer Zeit dem Festland angegliederten Gebiete ehemaliger Meeresbedeckung nur von den jüngeren Phasen der Faltung betroffen worden sind.

Die terrestrischen Ablagerungen der Bohnerzformation, die Süßwasserbildungen der älteren und jüngeren Süßwassermolasse setzen ein Festland in der Gegend des heutigen Schweizer Jura voraus. Ob nun sämtliche Bohnerzvorkommnisse im Schweizer Jura eocänen Alters sind, wie bisher angenommen wurde, ist noch fraglich. Müssen wir doch einen großen Teil der süddeutschen Bohnerze nach den Säugetierfunden nicht nur dem Eocän, sondern auch dem Oligocän, Miocän, ja sogar noch dem Pliocän zurechnen. Aber immerhin ist das eocäne Alter vieler Bohnerzvorkommnisse, nämlich der von Egerkingen, Delsberg, Moutier, Soulce etc. sichergestellt. Somit sind diese Gebiete in der Eocänzeit bereits Festland gewesen, sie müssen also jedenfalls schon zu Ende der Kreidezeit, vielleicht noch früher, herausgehoben worden sein, da wir im nördlichen Jura kein Neocom mehr finden, und es deshalb zweifelhaft erscheinen muß, ob Sedimente der unteren Kreide dort zur Ablagerung gelangten und nachträglich wieder erodiert wurden oder ob sie überhaupt nicht abgesetzt wurden. Demnach wäre der Beginn der Faltung jedenfalls in vortertiäre Zeit zu verlegen[1].

Wie oft nun wieder im Schweizer Jura die Faltung nachließ oder zeitweise überhaupt stillstand, wie oft sie wieder einsetzte — wie dies für das Gebiet des nordwestdeutschen Flachlandes einwandfrei nachgewiesen werden konnte —, läßt sich zum mindesten in dessen nördlichen Teilen nicht sagen. Denn es fehlen vom Purbeck an bis zum Miocän dem nördlichen Jura Meeresoscillationen, Transgressionen von stärkerem Ausmaß, wie sie z. B. dem jungmesozoischen und känozoischen Meere Nordhannovers eigen waren. Und während hier das aufgefaltete Land des öfteren wieder abgetragen wurde, und sich senkte, um schließlich von neuem überflutet zu werden, mit einem Worte, ein beständiger Wechsel zwischen Auftauchen und Absinken des Landes stattfindet, vollzieht sich

[1] Vergl. Quiquerez, Recueil d'Observations sur le terrain sidérolitique dans le Jura Bernois.

dort nur einmal, nämlich zur Helvétienzeit, ein energischer Vorstoß des tertiären Meeres. Wenn das Helvétien sich fast nirgends in horizontaler Lagerung befindet, sondern überall mitgefaltet ist, so muß daraus geschlossen werden, daß die Faltung nach einer kurzen Unterbrechung mit erneuter, vielleicht gesteigerter Heftigkeit einsetzte und bis zum Ende des Tertiärs fortdauerte. Den Stempel ihrer letzten Phase tragen vielleicht jene nichtglazialen Jura-, Vogesen- und Alpengerölle, wie sie schon Kemmerling auf den Kämmen der Ketten von Moutier etc. fand, wie sie seitdem auch im Gebiete der Freiberge gefunden wurden und wie sie bei fortschreitender Erschließung des Jura vielleicht auf noch weitere Erstreckung sich werden nachweisen lassen. In der Quartärzeit endlich ist die Faltung im Jura zur Ruhe gekommen, es haben sich keine bedeutenderen Dislokationen mehr ereignet. Wenn also im Schweizer Kettenjura die Marken, an denen der Eintritt und das Ende einer Faltungsperiode erkannt werden kann, nämlich diskordante Ablagerung einer transgredierenden Schicht über aufgefaltetem, eingeebnetem, älterem Gebirge, fehlen, so kann die Faltung in ihren einzelnen Phasen zeitlich nicht mit Sicherheit festgelegt werden, und so ist es überhaupt schwer, wenn nicht unmöglich, das Alter der Dislokationen zu bestimmen. Es läßt sich meist überhaupt nicht entscheiden, ob schon erhebliche Brüche jeweils vor einem gewissen Stadium der Faltung vorhanden waren und dann den sich herausbildenden Falten den Weg wiesen oder ob diese Dislokationen erst notwendige Begleiterscheinungen der Faltung waren, wie dies wohl in den meisten Fällen als sicher anzunehmen ist.

A. Buxtorf ist — wenigstens was das Gebiet südlich der Rheinebene, also die Gegend der Tertiärbecken von Moutier, Delsberg etc. betrifft — der Ansicht, daß dieser Teil des Nordschweizer Kettenjura in älterer und mittlerer Tertiärzeit etwas tiefer gelegen hat als die östlich und westlich angrenzende Gegend. Mit der Bildung dieses Depressionsgebietes (gleichzeitig entstanden mit dem Rheintalgraben) hingen nach Buxtorf keine erheblichen Brüche und Verwerfungen im Gebiet der heutigen Ketten zusammen. Was nun die im Westen an dieses Depressionsgebiet angrenzende Gegend anbelangt, so glaube ich, daß dieses Randgebiet vor seiner Auffaltung nicht ungestört, sondern von

Störungslinien betroffen war, welche notwendigerweise die Faltung beeinflussen mußten. Auf der Regelmann'schen Karte finden sich in der Verlängerung der eigentümlich streichenden Kette von Pfirt in gleicher Richtung einer Reihe von Störungen angedeutet: einmal eine Überschiebung nördlich der Mont-Terrible-Kette, dann eine gleichlaufende Überschiebung östlich von St. Ursanne, dann die von dem Generalstreichen der Ketten abweichend verlaufende und der Richtung jener Überschiebungen folgende Kette von St. Brais[1]. Merkwürdigerweise liegt auch die Störung von Enson-la-Fin in der Verlängerung dieser Bruchzone und hat auch genau dieselbe, das Generalstreichen der Ketten schneidende südwest–nordöstliche Richtung. Meiner Meinung nach kann in dieser fast ununterbrochenen Richtlinie eine alte, vielleicht schon mit der Entstehung des Rheintalgrabens in Zusammenhang stehende Bruchlinie vorliegen, an der sich auch in späteren Faltungsphasen die Tendenz zur Bildung von Brüchen oder der Hang zur Überschiebung geltend machte.

Wie ich schon in der Einleitung zur Tektonik des untersuchten Gebietes erwähnte, läßt sich im Generalstreichen des Gebirges ein scharfer Wechsel zwischen einer Ost–Westrichtung im Osten und Nordwesten und einer Südwest–Nordostrichtung der dazwischenliegenden Teile konstatieren, die sich besonders in dem Verlauf der Störungslinie von Enson-la-Fin, in dem Umbiegen der Kette von St. Brais bei Sceut und der Raimeuxkette bei Les Sauces äußert. Beide Richtungen schneiden sich, und es entsteht dadurch eine Erscheinung, die unter dem Namen „Gitterfaltung" aus anderen Kettengebirgen bekannt ist. Es kommt nun darauf an, ob diese Unterschiede im Streichen der Ketten sich gleichzeitig während eines Faltungsvorganges herausgebildet haben oder aber, ob sie der Ausdruck verschiedener nicht gleichzeitig wirkender Faltungsperioden sind. Liegt diesen Abweichungen ein gleichzeitiger Bildungsvorgang zugrunde, so sind sie vielleicht auf Belastungsdifferenzen während der Faltung zurückzuführen. Es erscheint recht wahrscheinlich, daß dort, wo die Sedimentbedeckung bedeutend, wo vielleicht der ganze Malm samt dem auflagernden Tertiär noch vorhanden war, die

[1] Wie mir Herr Chr. Regelmann freundlichst mitteilt, hat er diese Dislokationslinien auf Grund der Arbeiten von F. Mühlberg und mündlicher Mitteilungen von A. Tobler angegeben.

Faltung einen erheblicheren Widerstand erfahren mußte als dort, wo schon ein großer Teil des Malms bis in dessen untere Horizonte oder bis zum Dogger hinab erodiert war. Daß die in den Tertiärbecken angehäuften Sedimentmassen der angreifenden Faltung erheblichen Widerstand entgegensetzten, zeigt sich des öfteren schon darin, daß die Flügel dieser Synklinalen überkippt sind. Diese sich notwendig ergebenden Belastungsdifferenzen können sich also in dem abweichenden Verlauf des Kettenstreichens recht wohl äußern.

In neuester Zeit haben genauere Aufnahmen in älteren und jüngeren Kettengebirgen das Vorhandensein von sich schneidenden Faltensystemen, sogen. „Faltengitter", nachgewiesen. Schon Prof. W. Deecke hat in seiner Arbeit über die Raibler Schichten der Südalpen zwei verschiedene sich schneidende Faltungsrichtungen unterschieden, Heim und Termier haben in den Westalpen dieselbe Erscheinung beobachtet, für ältere Faltengebirge liegen ähnliche Beobachtungen vor (vergl. Zimmermann, Zur Geologie und besonders zur Tektonik des vogtländischen-ostthüringischen Schiefergebirges. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1902. **54**). Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch im Schweizer Jura verschiedenartige und verschiedenalterige Faltungsvorgänge ein System sich unter spitzen Winkeln schneidender Falten geschaffen haben. Ich weiß recht wohl, daß das vorliegende Material zu beschränkt ist, um weitgehende Schlüsse zuzulassen, immerhin wäre es recht wünschenswert, wenn auch in anderen Teilen des Nordschweizer Kettenjura ähnliche Erscheinungen Beachtung finden würden. Vielleicht würde unsere Kenntnis über die Tektonik des Juragebirges, über Art und Wesen seiner Faltung dadurch vertieft werden können.

Literaturverzeichnis.

1. Buxtorf, A., Ueber den Gebirgsbau des Clos du Doubs und der Velleratkette im Berner Jura. Sonderabdr. aus den Berichten über die 42. Versammlung d. Oberrhein. geol. Vereins. 1909.
2. — Zur Tektonik des Kettenjuras. Sonderabdr. aus den Berichten über d. XXXI. Versammlung d. Oberrhein. geol. Vereins zu Lindau 1907.
3. — Geologische Beschreibung des Weißensteintunnels und seiner Umgebung. 1907. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. XXI.
4. — Bemerkungen über den Gebirgsbau des nordschweizerischen Kettenjura, im besonderen der Weißensteinkette. Sonderabdr. aus der Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **63**. Jahrg. 1911. Abhandlungen. Heft 3.

5. Fleury, E., Tertiaire du Vallon de Soulce. Eclog. Helv. **11**. No. 3. 1910.
6. Greppin, Ed., Über den Parallelismus der Malmschichten im Juragebirge. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. **12**. Heft 3.
7. Greppin, J., Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Jura Bernois et Districts adjacents. (1870.)
8. Jenny, Fr., Das Birstal. Ein Beitrag zur Kenntnis der Talbildung im Faltengebirge.
9. — Überschiebungen im Berner und Solothurner Faltenjura. Sep.-Abdr. aus d. Verh. der Naturforsch. Ges. in Basel. **11**. Heft 3.
10. Kemmerling, G. L. L., Geologische Beschreibung der Ketten von Vellerat und Moutier. 1911.
11. Koby, T., Notice stratigraphique sur l'oxfordien dans la partie septentrionale du Jura bernois. Abh. d. Schweiz. Paläont. Ges. **26**. 1899.
12. — Etude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura bernois. Abh. d. Schweiz. Paläont. Ges. **19**. 1892.
13. Mathey, F., Coupe géologique des Tunnels du Doubs. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. **29**. 1883.
14. Mühlberg, F., Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura. Sep.-Abdr. dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVII. 1903.
15. Mühlberg, M., Vorläufige Mitteilungen über die Stratigraphie des Braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge. Eclog. geol. Helv. **6**. 1899—1900.
16. Quiquerez, A., Recueil d'Observations sur le Terrain sidérolitique dans le Jura Bernois.
17. Rollier, L., Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Jura bernois et régions adjacents. Bd. 8 a. Premier supplément. 1893.
18. — Deuxième supplément. 1898. Bd. 8 b.
19. — Revision de la stratigraphie et de la tectonique de la molasse au Nord des Alpes en général et de la molasse subalpine suisse en particulier. N. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich 1911.
20. — Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. Troisième supplément à la déscription géologique de la partie jurassienne de la feuille VII de la carte géologique de la Suisse au 1 : 100 000.
21. Steinmann, G., Bemerkungen über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem nordschweizerischen Kettenjura. Bericht d. Naturf. Ges. Freiburg i. B. **6**. Heft 4.
22. Thurmann, G., Essai sur les Soulèvements jurassiques de Porrentruy 1832.
23. — Etallon, A., Lethaea Bruntrutana. Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur le „Jura Bernois" 1862.
24. Tobler, A., Tabellarische Zusammenstellung der Schichtenfolge in der Umgebung von Basel.

Karten.

Rollier, L., Carte tectonique des Environs de Bellelay 1 : 25 000.
— Carte tectonique des Environs de Moutier 1 : 25 000.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.